

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Jere Saarinen
Tero Iljinen

RAUTE-KUUMAPURISTIMEN KÄYTTÖASTEEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikan koulutus-
ohjelma
Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä(t)
Jere Saarinen, Tero Iljinen

Nimeke
Raute-kuumapuristimen käyttöasteen parantaminen

Toimeksiantaja
UPM-Kymmene Wood Oy, Joensuun vaneritehdas

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa Joensuun vaneritehtaan Rautekuumapuristimen käyttöastetta. Vanerin tuotannossa käyttöasteella tarkoitetaan laitteen tehollista käyntiaikaa kokonaiskäyntiajasta. Tavoitteena oli selvittää, minkälaisia häiriöitä ja ongelmia kuumapuristimen toiminnassa ilmenee, miten häiriöaikoja pystytään minimoimaan ja mitkä ovat kuumapuristimen tärkeimmät korjauskohteet.

Opinnäytetyö toteutettiin parityönä. Tehdasvierailujen ja kohteen tutkimisen lisäksi osana työtä tehtiin yhden työvuoron mittainen seurantal tutkimus, jonka aikana havainnoitiin laitteiden toimintaa sekä operaattorin työympäristöä. Havainnot kirjattiin seurantalomakkeille ja myöhemmin tulokset analysoitiin. Lisäksi pohjatietona käytettiin laitetoimittajan tekemää asiantuntijalausuntoa puristimen kunnosta, tutkittiin tehtaan tiedonkeruudataa ja haastateltiin puristimenhoitajaa.

Tutkimustulokset ja omat havainnot ovat samankaltaisia kuin aiemmat havainnot laitteiden toiminnasta. Opinnäytetyön tulokset vahvistavat aiempaa tietoutta kuumapuristuslinjan ongelmista ja parannuskohteista.

Kieli
suomi

Sivuja 59
Liitteet 1
Liitesivumäärä 1

Asiasanat
vaneri, kuumapuristus, käyttöaste, päivä tutkimus, häiriöseuranta

**THESIS****April 2016****Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**

Karjalankatu 3

FIN 80200 JOENSUU

FINLAND

Tel. 358-13-260 6800

Author (s)

Jere Saarinen, Tero Iljinen

Title

Improving the utilization rate of Raute-hot press machine

Commissioned by

UPM-Kymmene Wood Oy, Joensuu Plywood Mill

Abstract

The purpose of this thesis was to improve the utilization rate of Raute-hot press machine at Joensuu Plywood Mill. Utilization rate in the veneer manufacturing process means the proportion of the total operating time when the machine works efficiently. The aim was to identify the main problems and malfunctions of the machine, find ways to decrease downtime and to specify the most significant components to be repaired.

The thesis was carried out as a pair work. During the work a one day follow-up research was conducted to observe the function of the machine and working environment of the operator. The observations were written down to a log and later analyzed. Prior knowledge supported our own observations. We inspected the data logging about the functioning of the machine and interviewed one operator. We also read a report that hardware supplier Raute Oyj had made considering the condition of the machine.

The research results are similar to the earlier observations about common malfunctions appearing in the hardware. The results of the thesis support prior knowledge about the need of improvement in the hot press machine and the production line.

Language

Finnish

Pages 59

Appendices 1

Pages of Appendices 1

Keywords

plywood, hot pressing, utilization rate, follow-up research, downtime research

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	6
2	UPM-Kymmene Wood Oy	8
2.1	Vanerin tuotannon historia	8
2.2	Joensuun vaneritehdas	9
3	Vanerin valmistus	10
3.1	Vanerin tuotannon yleiskuvaus	10
3.2	Suomalainen vaneri	14
3.3	Esi- ja kuumapuristustyövaiheen tarkempi kuvaus ja merkitys	16
4	Raute-kuumapuristin	20
4.1	Syöttölaitteisto	21
4.2	Kuumapuristin	22
4.3	Purkulaitteisto	27
5	Lähtötilanne	28
5.1	Puristajan työtehtävä Joensuun vaneritehtaalla	28
5.2	Havaintoja linjan toiminnasta	30
5.2.1	Syöttölaitteisto	30
5.2.2	Hydraulijärjestelmä	31
5.2.3	Lämmitysjärjestelmä	32
5.2.4	Purkulaitteisto	32
5.3	Laitetoimittajan havainnot linjan toiminnasta	33
6	Aineisto ja menetelmät	35
6.1	Asiantuntijalausunto	35
6.2	Tiedonkeruudata	35
6.3	Päivätutkimus	35
6.4	Häiriöseuranta	36
6.5	Haastattelututkimus	37
6.6	Vika-vaikutusanalyysi	37
7	Tulokset	39
7.1	Tiedonkeruudatan analysointi	39
7.2	Päivätutkimuksen tulokset	40
7.3	Päivätutkimuksen tulosten analysointi	42
7.4	Häiriöseurannan tulokset	46
7.5	Häiriöseurannan tulosten analysointi	47
7.6	Haastattelututkimuksen tulokset	48
7.7	Haastattelututkimuksen tulosten analysointi	49
7.8	Analyysien yhteenveto	49
8	Johtopäätökset	51
9	Pohdinta	55
	Lähteet	59

Liitteet

Liite 1 Kuumapuristimen operaattorin haastattelu

Lyhenteet ja määritelmät

Käyttöaste	Laitteen tehollinen käyntiaika kokonaiskäyntiajasta
Ladelma	Kuorma jossa on monta päällekkäin ladottua vaneriaihiota
Lean	Johtamisfilosofia joka keskittyy erilaisten tuottamattomien toimintojen poistamiseen
PlyOpex	UPM-konsernin käyttämän opetusmateriaalin nimitys
Raakkipuristus	Epäonnistunut puristus, joka ei välttämättä täytä vanerin laatuvaatimuksia
Raute Oyj	Mekaanisen metsäteollisuuden valmistuslaitteiden laitetoimittaja
UPM	UPM-Kymmene Wood Oy – konserni
Vaneriaihio	Viiluista ladottu levyaihio jota ei ole kuumapuristettu
VVA / FMEA	Vika-vaikutusanalyysi / Failure mode and effects analysis

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin UPM Kymmene Wood Oy:n toimeksiannosta. Työn tarkoituksena oli parantaa UPM Joensuun vaneritehtaan Raute-kuumapuristimen käyttöastetta. Vanerin tuotannossa käyttöasteella tarkoitetaan laitteen tehollista käyntiaikaa kokonaiskäyntiajasta.

Ongelmana on, että linjan käyntiajasta liian suuri osa on häiriöaikaa tai muuta arvoa lisäämätöntä aikaa. Linjassa esiintyy joitain teknisiä ongelmia ja toimintahäiriöitä joista aiheutuu raakkipuristuksia. Epäonnistuneet puristukset aiheuttavat turhia kustannuksia ylimääräisen työn sekä materiaalihukan muodossa. Kuumapuristus on vanerin valmistuksessa kriittinen työvaihe. Siinä esiintyvät ongelmat rajoittavat kapasiteettia, minkä vuoksi joudutaan pysäyttämään aiempia työvaiheita ruuhkan ja liiman kuivumisen estämiseksi. Epäonnistuneet puristukset tuottavat ongelmia myös puristuksen jälkeisissä työvaiheissa kun raakit täytyy käsitellä ja tarkastaa ylimääräisenä työnä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, minkälaisia häiriöitä ja ongelmia kuumapuristimen toiminnassa ilmenee, miten häiriöaikoja pystytään minimoimaan ja mitkä ovat kuumapuristimen tärkeimmät korjauskohteet. Työ rajattiin koskemaan vain Raute-kuumapuristimen toimintaa ja kuumapuristusprosessia. Työssä ei tutkittu muita vanerin tuotantoprosessin vaiheita eikä tuotannonohjauksellisia asioita, jotka nekin vaikuttavat osaltaan kuumapuristuksessa esiintyviin ongelmiin.

Opinnäytetyö toteutettiin parityönä. Koko prosessin ajan tehtiin tiivistä yhteistyötä ja kirjoitustyö jaettiin tasaisesti sekä osa aihealueista käsiteltiin yhdessä. Molemmat tekijät ovat toimineet Joensuun tehtaassa työntekijätehtävissä ja päässeet jo aiemmin havainnoimaan kuumapuristimen toimintaa ja parannustarvetta. Työn pohjatietoina oli käytettävissä paljon tuotannosta kerättyä tiedonkeruudataa ja puristimen valmistajan tekemä alustava selvitys koneen häiriöistä. Käytettävissä oli myös puristimeen liittyvät tekniset tiedostot ja piirustukset.

Tehtaalla käytiin toimeksiantajan toiveesta tekemässä yhden työvuoron mittainen seurantatutkimus, jolloin päästiin havainnoimaan kuumapuristimen toimintaa. Lisäksi tehtaalla käytiin useaan kertaan havainnoimassa laitteiden yksityiskohtia ja toimintaympäristöä sekä tutkimassa laitteeseen liittyviä dokumentteja. Vierailujen yhteydessä tehtiin avoin haastattelu puristimen operaattorille.

2 UPM-Kymmene Wood Oy

2.1 Vanerin tuotannon historia

UPM:n vanerin tuotanto alkoi vuonna 1912, kun Wilhelm Schauman perusti ensimmäisen vaneritehtaan Jyväskylän Lutakkoon. Suomessa valmistettiin jo ennestään vaneria, mutta Schauman loi Suomeen perustan ajanmukaiselle ja laajamittaiselle vanerin valmistukselle. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen vanerin kysyntä lisääntyi niin paljon, että vanerin tuotantoa laajennettiin vuonna 1921 Savonlinnaan ja vuonna 1924 Joensuuhun. Kysynnän kasvu teki yhtiöstä toimialansa johtajan. Suomalaisesta vanerista yli puolet tuotettiin Schaumanin tehtaissa ja yhtiö oli maailman suurin vanerin viejä. 1990-luvulle saavuttaessa yhtiö kasvoi nopeasti ja saavutti miljoonan vaneri- ja viilukuutiometrin vuosittaisen tuotantokapasiteetin. Nykyään UPM:n liiketoiminta on maailmanlaajuista, ja tehtaita on useissa eri maissa. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016a.)

Innovatiivisuus

Innovaatiot ja edelläkävijän rooli ovat aina olleet tärkeä osa UPM:n liiketoimintaa. Tutkimustyö ja innovatiivisten ratkaisujen kehittäminen asiakkaiden tarpeisiin ovat osaltaan mahdollistaneet yhtiön menestymisen markkinoilla. 1920-luvun alussa kehitetty viilujen saumaaminen vähensi merkittävästi hukkaan menevän puuraaka-aineen määrää. 1960-luvulla yhtiö alkoi lisäämään vanerin prosessituotantoa, ja vuonna 1976 jalosteiden osuus ylitti perustuotteiden osuuden. Nykyään kokonaistuotannosta merkittävä osa on erikoisvanereita. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016a.)

Visio, toiminta-ajatus ja arvot

Visio: Uuden metsäteollisuuden edelläkävijänä UPM yhdistää bio- ja metsäteollisuuden sekä rakentaa uutta, kestävää ja innovaativetoista tulevaisuutta. Kustannusjohtajuus, muutosvalmius sekä henkilöstömme sitoutuminen ja turvallisuus muodostavat menestyksemme perustan.

Toiminta-ajatus: Luomme lisäarvoa uusiutuvista ja kierrätettävistä raaka-aineista. Hyödynnämme osaamistamme ja teknologiaa kuitu-, energia- ja tekniset materiaalit -liiketoiminnoissa.

Arvot: Luota ja ole luotettava – Tuloksia yhdessä – Uudistu rohkeasti (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016b.)

2.2 Joensuun vaneritehdas

UPM Joensuun vaneritehdas työllistää noin 160 henkilöä ja tehtaan vuosittainen tuotantokapasiteetti on 55 000 m³ vaneria vuodessa. Tehtaassa valmistetaan koivuvanerista eri tuotteita kuljetusvälineiteollisuuteen, rakentamiseen sekä laivanrakennus-, pakkaus-, huonekalu-, urheiluväline- ja leluteollisuuteen. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016c.)

Joensuun vaneritehtaan historia

1912 Lankarullatehdas rakennetaan
 1917 Tehdas muutetaan vaneritehtaaksi
 1918 Vanerin valmistus alkaa
 1923 Oy Wilhelm Schauman Ab hankkii tehtaan omistukseensa
 1930 Tuli tuhoaa tehtaan
 1931–35 Tehdas rakennetaan uudestaan
 1988 Oy Wilhelm Schauman Ab yhdistyy Kymmene Oy:n
 1990 Schauman Wood Oy muodostetaan
 1996 UPM-Kymmene Oy perustetaan ja Schauman Wood Oy:stä tulee tytäryhtiö
 2004 UPM-Kymmene Wood Oy perustetaan
 (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016c.)

3 Vanerin valmistus

3.1 Vanerin tuotannon yleiskuvaus

Raaka-aineen hankinta

Suomessa puuraaka-aine mitataan pysty- tai jälkimittauksella ja katkotaan tukeiksi puunkorjuun yhteydessä. Nykyisin valtaosa tukeista kuljetetaan tehtaille yhdistelmäajoneuvoilla. Muita kuljetusmenetelmiä, kuten uittoa ja rautatiekuljetusta, käytetään huomattavasti vähemmän. (Koponen 2002, 29.)

Haudonta

Tehtaalla tukkeja varastoidaan kuivalla maalla sekä haudonta-altaassa. Varastoinnin tarkoitus on tasata tukkivirtaa, jotta tehtaan häiriötön käynti saadaan turvattua. Haudonta-altaan veden lämpötila on 15–40 °C ja haudonta-aika on enintään kaksi vuorokautta. Altaan vesi lämmitetään tehtaan sekundäärienergialla, jota saadaan viilun kuivaimen poistoilmasta ja voimalaitoksen savukaasuista. Haudonnan tarkoituksena on tukiin kosteuden ja lämpötilan nostaminen tilaan, jossa viilun sorvaus onnistuu sileänä, tasaisena sekä riittävän lujana. (Koponen 2002, 29–31.)

Kuorinta

Haudonnasta tukit nostetaan kuljettimille nosturilla tai kuljettimen pää on altaassa, mistä tukit kuljetetaan kuorintaan ja katkaisuun. Kuori menee hakkeeksi ja polttoon. (Koponen 2002, 33–35.)

Katkaisu

Tukki katkaistaan viilun leveyden edellyttämiin pituuksiin. Suomessa käytettävät mitat ovat 1300, 1600 ja 2600 mm. Pisintä mittaa käytetään lähinnä havuva-

nerissa. Katkaisumenetelmänä käytetään pyörösahausta. Tukki siirretään katkaisupöydän vastetta vasten, jotta saadaan katkaistua tasamittaisia pöllejä. Nykyään katkaisuun on kehitetty optimoiva tietokoneohjelma, joka katkoo tukin optimaalisimmasta kohdasta automaattisella katkaisulaitteistolla. (Koponen 2002, 35–36.)

Viilun sorvaus

Koposen (2002, 38) mukaan viilun sorvaus käsittää seuraavat työvaiheet:

- pöllien siirto sorvin välivarastokuljettimelle
- pöllien siirto keskityslaitteeseen
- pöllin keskitys
- keskitetyn pöllin siirto sorvin karojen väliin
- viilun sorvaus
 - o pöllin pyöristys
 - o viilun sorvaus
- viilun siirto kuivaukseen tai leikkaukseen
- pöllin pyöristysjätteiden siirto käsittelyyn tavallisesti haketukseen sellun raaka-aineeksi
- sorvin terien huolto.

Pöllin tarkalla keskittämällä vaikutetaan arvokkaampien viilujen saantiin pöllin pintakerroksista. Keskitys tapahtuu tietokoneavusteisella lasermittalaitteella, jolla tarkkaillaan pöllin muotoa pyörähdyksen aikana. (Koponen 2002, 39.)

Viilu sorvataan pyörittämällä pölliä sorvin karojen välissä ja samanaikaisesti syöttämällä teräkelkkaan kiinnitettyjä leikkaavaa terää sekä vastaterää pölliä vasten. Pöllin pinnasta leikkaava terä vuolee viilua, joka puristuu leikkaavan ja vastaterän välisestä raosta. (Koponen 2002, 40.)

Viilun kuivaus

Sorvauksen jälkeen viilu on vielä kosteaa. Soveltuakseen liimaukseen tulee viilun kosteus laskea sopivalle tasolle. Useimmiten viilumatto kuivataan kokonaisuena verkkokuivauskoneella, minkä jälkeen viilu leikataan sekä lajitellaan koon ja laadun mukaan. Verkkokuivauskoneen toiminta perustuu kuumen ilman puhaltamiseen viilun pinnalle, samalla kun viilua kuljetetaan verkon päällä lämmitysvyöhykkeiden läpi useita kertoja kuivaajan sisällä. Kuivauskoneen toimintaa

valvotaan viilun kosteuden muutosta seuraamalla sekä koneen poistoilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa tarkkailemalla. (Koponen 2002, 49–55.)

Viilun leikkaus

Viilun koko ja laatu määritellään konenäkölaitteen avulla. Konenäkö tarkastelee viilumatosta reiät ja määrittää leikkauksen viiluarkkeihin, saumauskappaleisiin ja tuotantoon kelpaamattomaan jätteeseen. Erottelun jälkeen viilut kuljetetaan imuhihnakuljettimella kuormauspaikoille. (Koponen 2002, 56.)

Viilun jalostus

Viilun jalostuksella saadaan puuraaka-aineen saantoa kasvatettua sekä parannettua viilujen laatua esimerkiksi paikkaamalla. Viilun jalostus jakautuu moneen eri osioon. Paikkauksessa viilussa olevia oksan kohtia ja muita valmistuksessa tulleita reikiä paikataan viilusta leikatulla paikalla, näin ollen viilun laatu paranee. Saumauksessa saumauskappaleita liitetään toisiinsa puusyitä rinnakkain lisäten, kun taas jatkamisessa viiluja liitetään jatkamaan puunsyitä pituussuunnassa. Näillä kahdella viimeisimmällä jalostusmenetelmällä saadaan valmistettua isompia arkkeja ja saanto paranee. Jalostukseen ohjautuneiden viilujen osuudet ovat:

- paikkaus 22 % viiluista
- saumaus 25 % viiluista
- jatkaminen 35 % viiluista. (Koponen 2002, 59–63.)

Ladonta ja liimaus

Vanerin liimauksessa viilut ladotaan symmetrisesti päällekkäin niin, että joka toisessa viilussa on molemmiin puolin levitettynä liimaa koko viilun mitalta. Ladottaessa aihiota asetetaan ensimmäiseksi ja viimeiseksi priimaviilut, toisin sanoen hyväpintaiset viilut. Väliwiilut ladotaan ristikkäin puun syysuunnassa, eli saumatun viilun päälle tulee jatkettu viilu. Vanerin teossa käytetään kahta erityyppistä liimaa. Fenolipohjaisilla liimoilla vanerista saadaan ulkokäyttöön soveltuva. Ureapohjaista liimaa käytetään kuivien sisätilojen vanereiden valmistuksessa ja urea-melamiiniliimaa käytetään kosteiden sisätilojen vanereiden

valmistuksessa. Liimauksessa tehty ladelma siirretään rullarataa pitkin huoneenlämmössä tehtävään esipuristukseen. Ladelmalla tarkoitetaan kuormaa, jossa on monta päällekkäin ladottua vaneriaihiota. (Koponen 2002, 65–69.)

Puristus

Ladelmassa aihoiden määrä määräytyy kuumapuristimien levyvälien määrän mukaan. Ennen kuumapuristusta ladelmat esipuristetaan. Näin parannetaan liiman tarttuvuutta ja puristetaan aihiot tiiviimmiksi, jotta ne saadaan syötettyä kuumapuristimeen. Kuumapuristimella on automaattinen syöttölaite, joka syöttää aihiot syöttöhäkkiin. Kun syöttöhäkki on täytetty ja edellisen puristuksen vaatima puristusaika on täyttynyt, voidaan puristin avata. Puristimen avauduttua syöttöhäkin hyllylevyt työntävät edelliset puristeet purkuhäkkiin ja purkuhäkki purkaa puristeet pinoksi kuljettimelle. Samanaikaisesti kun hyllylevyjä poistetaan lämpölevyjen välistä, hyllylevyjen päälle syötetyt vaneriaihiot ottavat kiinni niiden taakse asetettaviin pidätinvasteisiin ja tällöin hyllylevyt liukuvat aihoiden alta pois jättäen aihiot lämpölevyjen päälle. Seuraavaksi puristin suljetaan uutta puristuskiertoa varten. Tässä vaiheessa kun puristeet on otettu pois kuumapuristimesta, voidaan niitä kutsua vanereiksi. (Heikkilä, 1991, 123–127.)

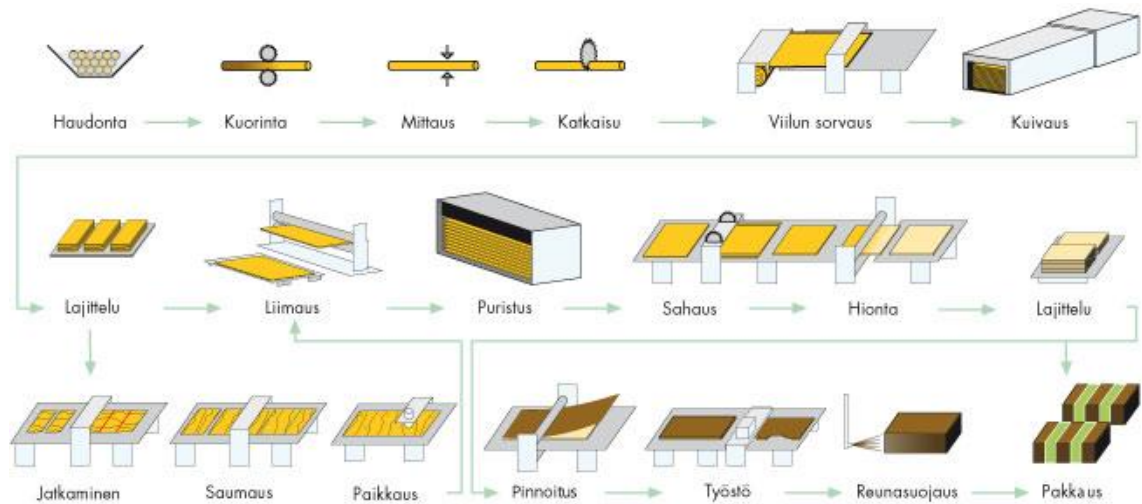
Viimeistely

Vanerin viimeistelyn työvaiheissa vanerien reunat sahataan tasaisiksi ja tasot hiotaan siisteiksi. Hionnan jälkeen vanereista tarkastetaan mahdolliset tuotantovirheet. Viimeisenä työvaiheena on pakkaus ja varastointi. (Koponen 2002, 74–80.)

Pinnoitus

Ennen pakkausta vanerit voidaan jalostaa esimerkiksi pinnoittamalla ja reunasuojaamalla tai sahaamalla erikokoisiksi paloiksi (kuva 1). Pinnoitus tapahtuu samalla tavalla kuin kuumapuristus. Pinnoituspuristuksessa vanerin pintaan lisätään pinnoitekalvo, johon painetaan kuvioviiralla haluttu kuvio. Vaneri voidaan

myös lakata tai maalata. Pinnoittamalla vanerista saadaan paremmin kulutusta kestävä ja vettähylykivä. (Koponen 2002, 157–160.)



Kuva 1. Vanerin tuotantoprosessi. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016d.)

3.2 Suomalainen vaneri

Puu vanerin raaka-aineena

Vanerin tärkein raaka-aine on kotimainen puu. Merkittävimmät vanerin valmistuksessa käytetyt puulajit ovat koivu ja kuusi. Kotimainen koivu on pohjoisen ilmastosta ansiosta tasalaatuista ja tiheäsyistä. Lujan rakenteensa ansiosta se so-
poo erinomaisesti vanerin valmistukseen ja sen sorvattavuus sekä liimattavuus ovat huippuluokkaa. Edullisemmän havuvanerin valmistuksessa käytetään kevyempää kuusta ja myös molempia puulajeja yhdistämällä tehdään erilaisia combi-rakenteita. (Metsäteollisuus Ry 2006, 5.)

Liima

Valtaosa kotimaisista vanerituotteista on valmistettu käyttäen fenoli-formaldehydiliimaa. Liimausmenetelmän ansiosta pinnoitettuja ja reunasuojattuja tuotteita pystytään käyttämään märissä olosuhteissa sekä ulkoilmassa (käyttöluokka 3). Joidenkin tuotteiden valmistuksessa käytetään myös ureaformaldehydiliimaa. Tällä menetelmällä liimatut tuotteet soveltuvat käytettäväksi vain

kuivissa (käyttöluokka 1) tai kosteissa (käyttöluokka 2) olosuhteissa. Fenoli-formaldehydiliimalla valmistettu vaneri täyttää EN-314-2: luokka 3 (exterior) -standardin asettamat vaatimukset. EN-standardeissa on määritelty formaldehydipäästöille ja -pitoisuuksille tiukat vaatimukset. Molempia liimausmenetelmiä käytettäessä päästöt ovat selvästi alle asetettujen rajojen. (Metsäteollisuus Ry 2006, 5.)

Turvallisuus- ja laatustandardit

Suomalainen vaneriteollisuus on tarkasti valvottua ja valmistajat noudattavat yhteisiä laatujärjestelmiä. Esimerkiksi viulun paksuutta, liiman levitysmäärää, vanerin paksuutta ja liimasaumojen kestävyyttä mitataan järjestelmällisesti. Suomalainen vaneri kuuluu VTT:n (Valtion teknillinen tutkimuskeskus) laadunvalvontaohjelman piiriin. Lisäksi valmistajat käyttävät omia sisäisiä laadunvarmistusmenetelmiään. Suomalainen vanerin valmistusprosessi ja valmiit tuotteet täyttävät EN-standardien asettamat vaatimukset.

Suurimmalla osalla kotimaisista vanerivalmistajista on nykyään käytössä ISO 9000- ja ISO 14001 -standardien mukaiset ympäristö- ja laatujärjestelmät. Tehaiden turvallisuuteen liittyvät perusvaatimukset ovat myös viranomaisten määrittelemät. Jatkuva valmistusteknologian kehittäminen, tehokkuuden parantaminen sekä työ- ja ympäristöturvallisuuden parantaminen ovat kaiken toiminnan lähtökohtia. (Metsäteollisuus Ry 2006, 6.)

Suomalaiset vanerituotteet

Valtaosa kotimaisista tuotteista on ristiin liimatuista ohuista viiluista valmistettua vakiovaneria. Vakiovanerin lisäksi valmistetaan suunnattuja erikoisvanereita yksilöllisiin käyttötarkoituksiin. Vakiorakenteisen koivu- ja kuusivanerin valmistuksessa käytettävän viulun nimellispaksuus on 1,4 mm. (Metsäteollisuus Ry 2006, 9.)

Suomalaiset vakiovanerit ovat:

Koivuvaneri: Vaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan koivuviilua.

Combivaneri: Pintaviilu ja sen alla oleva ensimmäinen liimaviilu ovat koivua ja sisimmät kerrokset ovat vuorotellen koivu- ja havuviilua.

Peilikuvacombivaneri: Pintaviilut ovat koivua ja sisimmät kerrokset vuorotellen havu- ja koivuviilua.

Havuvaneri: vaneri, jonka valmistamiseen käytetään ainoastaan havu-puuviilua. Pintaviilut ovat joko kuusta tai mäntyä. (Metsäteollisuus Ry 2006, 9.)

Pinnoittamattomat vakiovanerit luokitellaan pintaviilun laadun perusteella EN 635-normin mukaisesti. Viilut jaetaan eri laatuluokkiin määrättyllä pinta-alalla esiintyvien halkeamien, oksien, värivirheiden ja muiden vikojen perusteella. Yllä mainittujen vanerien pinnanlaatujen tarkka kuvaus löytyy SFS 2413 -standardista. Laatuluokka ei merkittävästi vaikuta levyn lujuusominaisuuksiin. (Metsäteollisuus Ry 2006, 9–10.)

Pinnoitetut vanerit

Teknisten ominaisuuksien parantamiseksi vaneria voidaan päällystää erityyppisillä pinnoitteilla. Esimerkiksi kulutuskestävyyttä, kosteuden- ja kemikaalienkestoa, maalattavuutta, kitkaominaisuuksia ja soveltuvuutta hygieenisiin käyttökoh-teisiin voidaan parantaa pinnoitteilla. Lisäksi valmistetaan paljon erikoistuotteita asiakkaille yksilöityihin käyttötarkoituksiin ja valmiisiin tuotteisiin voidaan ennen toimitusta työstää reunaprofiileja tai porata reikiä tarpeen mukaan. (Metsäteolli-suus Ry 2006, 14–15.)

3.3 Esi- ja kuumapuristustyövaiheen tarkempi kuvaus ja merkitys

Nykyaikaisessa tehtaassa vanerin puristus perustuu lähes kokonaan kaksivai-heiseen tekniikkaan, jossa käytetään esipuristusta ja kuumapuristusta. Ladel-mien esipuristus mahdollistaa melko suuren välivarastoinnin ennen kuumapuris-tusta. Esipuristuksen ansiosta voidaan myös käyttää automaattisia syöttölaitteita levyjen siirtämisessä kuumapuristimeen, jolloin tehokkuus kasvaa hukka-ajan vähentymisen myötä. (Heikkilä, 1991, 123.)

Kun uuden ladelman tekeminen aloitetaan ja viilun pintaan levitetään liimaa, alkaa liimassa oleva vesi heti imeytyä viiluun ja tulevaan saumaan jäävä liima alkaa kuivua. Kuumapuristusvaiheessa pitävän sauman aikaansaamiseksi on liiman kostutettava myös kuivan viilun pinta, ja pinnat on siis saatava yhteen ennen kuin liima on kuivunut liikaa. Tässä yhteydessä puhutaan liiman avoimesta ajasta. Avoin aika riippuu käytettävästä liimasta ja sen ominaisuuksista. Yleisimmin käytettävillä fenoliformaldehydiliimoilla avoin aika on n. 20–40 minuuttia. Tässä ajassa ladelma on saatava esipuristimeen, laskettuna ladelman ensimmäisen viilun liimoituksesta. (Heikkilä, 1991, 123.)

Esipuristus

Esipuristimet ovat yksinkertaisia hydraulisia yksivälisiä puristimia. Yleensä puristimen alalevy on kiinteä ja ylälevy liikkuu pystysuunnassa. Usein käytetään pohjalevyä, jonka päällä ladelma siirretään kuljettimilla puristimen levyjen väliin. Esipuristus tapahtuu pelkän paineen vaikutuksesta ilman lämpöä. Kokonainen ladelma puristetaan yhdellä keralla, viilun mitoista riippuen n. 5–10 minuutin ajan. Käytetty puristuspaine määräytyy myös viilun mittojen mukaan, ja on n. 1–1,5 MPa. Esipuristuksen tarkoitus on sitoa viilut toisiinsa siten, ettei sauma aukea ennen kuumapuristusta. Näin ladelmia voidaan säilyttää pidempiä aikoja välivarastossa rullaradoilla ennen kuumapuristusta. Esipuristetut vaneriaihiot pystytään nyt myös syöttämään kuumapuristimeen automaattisia syöttölaitteita käyttäen. Esipuristuksessa liimasaumoihin saattaa syntyä veden imeytymisestä johtuvia jännityksiä, minkä takia viilut eivät välttämättä pysykään kiinni toisissaan. Tähän vaikuttavat monet tekijät kuten liiman koostumus ja avoimen ajan pituus ladonnan ja esipuristuksen välillä. Esipuristettua ladelmaa voidaan seisottaa välivarastossa ennen kuumapuristusta 4–20 tuntia riippuen liiman laadusta, käytetyn viilun puulajista ja sen kosteudesta. Omien havaintojemme mukaan nykyisin käytettävillä liimoilla seisotusaika on huomattavasti alle 20 tuntia. (Heikkilä, 1991, 125.)

Kuumapuristus

Nykyaikaiset vaneripuristimet ovat suuria, 20–36-välisiä yksiköitä, joissa on itse puristimen lisäksi täyttö- ja purkulaitteet sekä kuumalla vedellä lämmitettävät

kovakromatut lämpölevyt. Nopea ja monipuolinen hydraulikka mahdollistaa paineporrastetun puristusohjelman käytön sekä myös pienten vanerikokojen puristamisen käyttämällä pelkästään osaa hydraulisylintereistä. Puristimen tehokas toiminta edellyttää nopeaa täyttöä ja tyhjennystä. Nykyaikaisissa puristimissa esipuristetut vaneriahiot syötetään automaattisella syöttölaitteella syöttöhäkkiin, jossa on hyllylevy kutakin lämpölevyä kohden. Kun syöttöhäkki ajetaan sisään avattuun puristimeen, työntää se edellään valmiit puristetut vanerit purkuhäkkiin, josta ne edelleen pinotaan purkukuormaan ja siirretään seuraavalle työpisteelle. (Heikkilä, 1991, 127.)

Puristuslämpötila

Kuumapuristuksessa liima kovettuu lopullisesti ja sitoo viilukerrokset toisiinsa. Ensin liima muuttuu lämmön vaikutuksesta juoksevaksi, jolloin se kastelee kokonaan liimattavat pinnat, jotka on paineen avulla puristettu kiinni toisiinsa. Lämpövaikutuksen jatkuessa liiman kovettumisreaktio kiihtyy, ja kun kaikki liimasaumat ovat kovettuneet tarpeeksi, puristin voidaan avata. Yleisesti käytetyillä fenoliformaldehydi-liimoilla puristuslämpötila on 120–130 °C. Jos puristuslämpötila on liian korkea, vanereissa olevan veden höyrynpaine kasvaa liian suureksi joka saattaa johtaa vanereiden rikkoutumiseen kun puristin avataan. Liian matala lämpötila puolestaan johtaa pitkiin puristusaikoihin sekä omien havaintojen mukaan se saattaa vaikuttaa sauman kestävyYTEEN. (Heikkilä, 1991, 125–127.)

Puristuspaine

Puristuspaine riippuu käytetystä puulajista sekä vanerin paksuudesta. Koivuvanerin maksimipaine on noin 1,7–2,0 MPa, kuusivanerin noin 1,0–1,5 MPa. Liian pieni paine johtaa epävarmaan liimasaumaan ja liian suuri paine kasvattaa vanerin kokoonpuristumista kohtuuttomasti. Kokoonpuristuman vähentämiseksi käytetään paineporrastettua puristusohjelmaa, jolloin täysi paine vaikuttaa vain osan kokonaisajasta ja paine pienenee puristuksen loppua kohti. Usein puristusohjelman lopussa on jakso, jolloin paine laskee hyvin pieneksi ja vanerissa olevan höyryn paine purkautuu hallitusti. (Heikkilä, 1991, 125–127.)

Puristusaika

Puristusaika riippuu erityisesti vanerin paksuudesta mutta siihen vaikuttavat myös lämpötila ja käytettävä liima. Kokonaispuristusaika muodostuu kahdesta vaiheesta, lämmön läpikuluajasta sisimpään liimasaumaan, ja liiman kovettumiseen kuluva ajasta. 120–130 °C:n puristuslämpötilaa käytettäessä voidaan kuitenkin nyrkkisäännön mukaan laskea lämmön läpikuluajaksi puoli minuuttia vanerin paksuusmillimetriä kohti. Tähän aikaan lisätään liiman kovettumiseen kuluva aika, joka on nestemäisillä fenoliformaldehydiliimoilla noin 3 minuuttia. Puristusajoissa on tehdas- ja vanerilajikohtaisia vaihteluita. Oikea puristusaika on tärkeä tekijä, sillä liian lyhyt puristusaika johtaa epävarmaan liimaukseen ja liian pitkä puristusaika lisää kokoonpuristumaa ja kuluttaa kapasiteettia. (Heikkilä, 1991, 127.)

4 Raute-kuumapuristin

Opinnäytetyön tutkimuskohteena on Raute Oyj:n vuonna 1980 valmistama 30-välinen kuumapuristin (kuva 2). Puristin on varustettu erillisellä syöttö- ja purkukäkillä, sekä automaattisella syöttölaitteella. Lämpölevyt kuumennetaan tehtaan omalta voimalaitokselta saatavalla vesihöyryllä. Tietokoneelle syötettävä puristusohjelma laskee automaattisesti käytettävät puristusajat ja -paineet valmistettavan tuotteen mukaan. Opinnäytetyötä varten kävimme tehtaalla useaan kertaan havainnoimassa puristimen toimintaa ja tekemässä muistiinpanoja laitteiden yksityiskohdista.

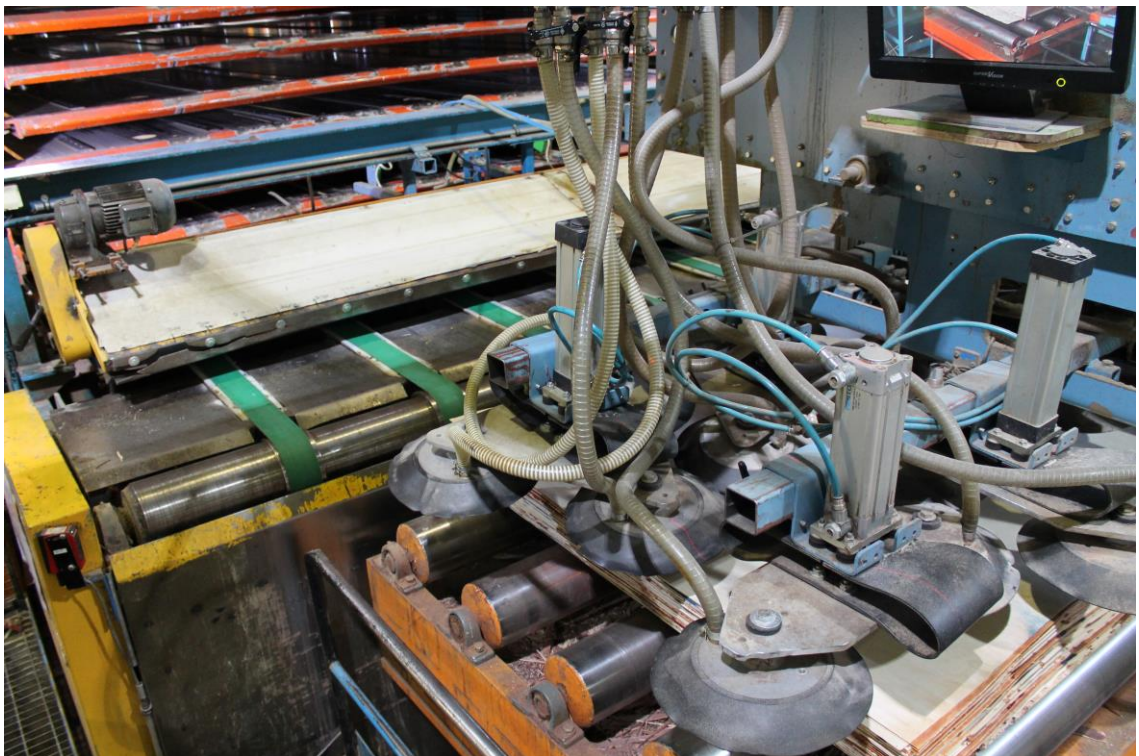


Kuva 2. Raute-kuumapuristin (Kuva: Jere Saarinen)

4.1 Syöttölaitteisto

Vaneriaihiot siirretään syöttöhäkkiin automaattisella syöttölaitteella. Esipuristettu ladelma keskitetään kohdistuslaserin avulla ja nostetaan saksilavalla syöttöhihnojen tasalle. Imukuppinostin siirtää vaneriaihiot yksitellen syöttöhihnoille, jotka syöttävät aihion hyllylevylle syöttöhäkkiin (kuva 3). Vaneriaihioden täytyy olla riittävällä etäisyydellä hyllylevyn etureunasta. Paineilmasyylinterillä liikkuva pukari työntää vaneriaihiot syötön jälkeen yksitellen oikealle kohdalle hyllylevyn päälle. Operaattori avaa tai sulkee reunimmaisten imukuppien venttiilit tarpeen mukaan riippuen tuotteen mitoista. Imukuppiyksiöt liikkuvat paineilmasyylinterillä. Kun aihio on syötetty, kone laskee syöttöhäkkiä yhden välin verran alaspäin ja syöttää seuraavan aihion.

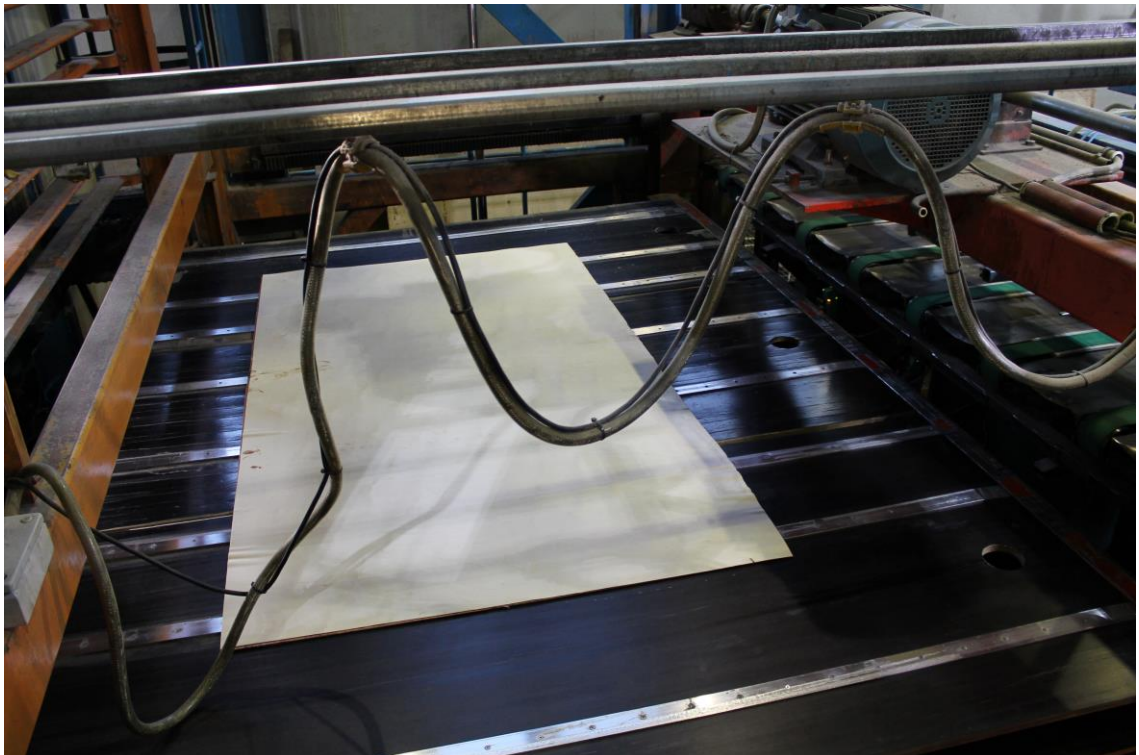
Syöttöhihnojen yläpuolella kotelon sisällä pyörii leveä harja, joka poistaa mahdollisesti aihion päällä olevat roskat. Kotelon korkeutta säätämällä voidaan myös estää usean vaneriaihion syöttäminen samalle hyllylevylle, mikä on vaarana jos aihiot ovat tarttuneet toisiinsa. Syöttölaite jatkaa toimintaansa automaattisesti kunnes ladelma on kokonaan syötetty tai syöttöhäkki on täynnä.



Kuva 3. Syöttölaite (Kuva: Jere Saarinen)

4.2 Kuumapuristin

Vaneriaihio syötetään jokaiselle syöttöhäkin hyllylevylle (kuva 4). Täytetty syöttöhäkki nostetaan yläasentoonsa (kuva 5) ja hyllylevyt ajetaan avoimen puristimen sisään lämpölevyjen väliin. Hyllylevyt työntävät edellään valmiit vanerit puristimesta ulos purkuhäkkiin (kuva 6). Hyllylevyt peruutetaan ulos puristimesta. Samalla syöttöhäkin ja lämpölevyjen välissä olevat pidätinvasteet (kuva 7) laskeutuvat hyllylevyjen tasalle, jolloin ne pidättävät vaneriaihioita, jotka jäävät lämpölevyjen päälle. Kun uudet vaneriaihiot ovat lämpölevyillä ja syöttö- sekä purkuvälit ovat tyhjät, voidaan puristin sulkea ja puristusohjelma alkaa (kuva 8). Puristimen sulkemisen jälkeen alkaa automaattisesti purkuhäkin tyhjentäminen purkulavalle ja purkuhäkki nousee yläasentoonsa kun se on tyhjä. Kun syöttöhäkki on täytetty uudestaan ja puristusohjelma on valmis, voidaan puristin jälleen avata ja työkierto alkaa alusta.



Kuva 4. Vaneriaihio täytetyssä syöttöhäkissä ylimmäisen hyllylevyn päällä. (Kuva: Jere Saarinen)



Kuva 5. Täytetty syöttöhäkki nostettuna yläasentoonsa. (Kuva: Jere Saarinen)



Kuva 6. Puristetut vanerit ajettuna purkuhäkkiin (Kuva: Jere Saarinen)



Kuva 7. Pidätinvasteet. Takana näkyvät hydraulisylinterit ja suljetun puristimen lämpölevyt. (Kuva: Jere Saarinen)



Kuva 8. Suljettu puristin. (Kuva: Jere Saarinen)

4.3 Purkulaitteisto

Kun hyllylevyt ovat työntäneet valmiit vanerit purkuhäkkiin ja puristin on suljettu, alkaa purkuhäkin automaattinen tyhjentyminen. Purkuhäkki laskeutuu vaiheittain yhden levyvähin kerrallaan alaspäin ja hihnat siirtävät valmiit vanerit saksilavalle pinoon (kuva 9). Saksilava laskeutuu alaspäin sitä mukaa kun purkukuormaan tulee lisää vanereita. Kun saksilava on laskeutunut ala-asentoonsa, on purkukuorma täysi ja se siirretään ketjukuljettimilla seuraavaan työpisteeseen. Kuorman päälle teipataan mittauspöytäkirja josta selviävät puristuksen tiedot.



Kuva 9. Purkulaitteisto. (Kuva: Jere Saarinen)

5 Lähtötilanne

5.1 Puristajan työtehtävä Joensuun vaneritehtaalla

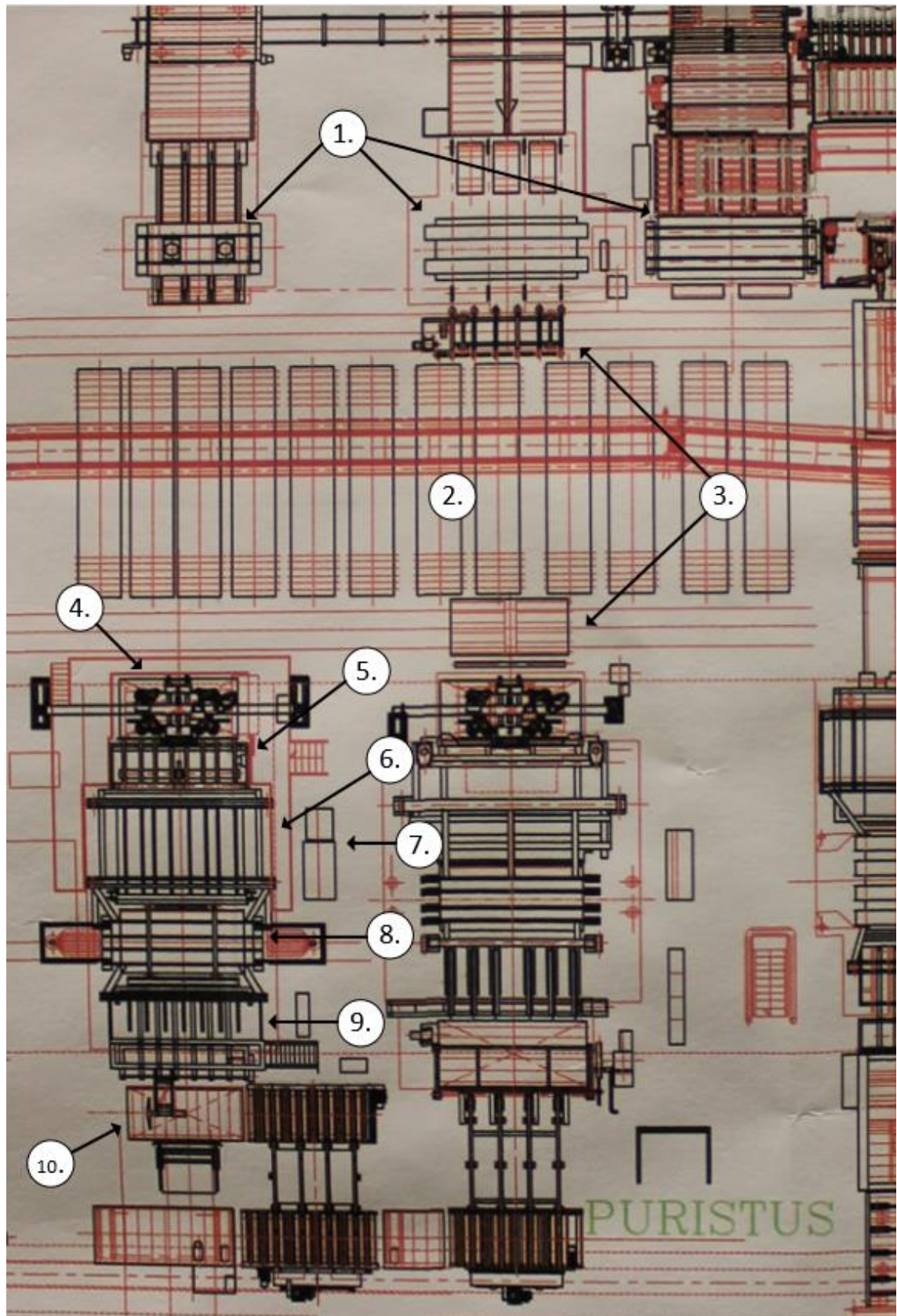
Molemmat tämän opinnäytetyön kirjoittajat ovat työskennelleet Joensuun vaneritehtaalla aiemmin ja yleiskuva puristajan työstä ja työympäristöstä on jo valmiiksi selvillä. Tehdasvierailujen aikana päästiin havainnoimaan työympäristöä tarkemmin ja työtehtävään saatiin tarkennusta myös työnopastusohjeesta. Kuvassa 10 on esitetty layout-piirustus puristimien ympäristöstä.

Joensuun vaneritehtaalla on käytössä kaksi kuumapuristinta, tämän työn tarkastelun kohteena oleva Raute-merkkinen 30-välinen puristin, sekä vanhempi Fjellman-merkkinen 25-välinen puristin. Näiden lisäksi tuotannossa on käytössä kolme esipuristinta, joille ladelmia kuljetetaan kolmelta ladonta-asemalta.

Tuotantotilanteesta riippuen vuorossa työskentelee yksi tai kaksi puristajaa. Puristajan työtehtäviin kuuluu kuumapuristimien ja esipuristimien käyttäminen, ladelmien siirtely ketjukuljettimilla ja rullaradoilla, sekä valmiiden levykuormien siirtäminen seuraavalle työpisteelle. (Partanen K. 2016.)

Ladelmat siirretään esipuristimilta rullaradoille kiskoilla kulkevalla sähkökäyttöisellä siirtovaunulla. Rullaradoilla ladelmia siirretään käsin työntämällä, ja rullaradoilta ladelmat siirretään kuumapuristimien saksilavalle käsin liikutettavalla kiskoilla kulkevalla siirtovaunulla. Puristaja keskittää ladelman saksilavalle kohdistuslaserin avulla.

Uusille työntekijöille järjestetään työn alkaessa perehdyttämisjakso, jonka aikana työntekijä opettelee käyttämään laitteita kokeneemman työntekijän opastuksella. Työpisteellä on myös työnopastuskansio, jossa on kuvattuna ja ohjeistettuna puristajalle kuuluvat työtehtävät.



Kuva 10. Layout-piirustus puristimien ympäristöstä: 1. Esipuristimet 2. Rullarat 3. Siirtovaunut 4. Saksilava 5. Syöttöhihnat 6. Syöttöhäkki 7. Kuumapuristimen ohjauspaneeli 8. Lämpölevyt 9. Purkuhäkki 10. Saksilava (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016e.)

5.2 Havaintoja linjan toiminnasta

Puristinta tarkasteltaessa päivätkimoksen yhteydessä havaittiin laitteessa olevia toiminnallisia epäkohtia, jotka vaikuttavat prosessissa esiintyviin hukka-aikoihin. Epäkohtien lisäksi havaintoihin on lisätty muutamia mahdollisia kehityskohteita, jotka eivät varsinaisesti aiheuta hukkaa, mutta parantavat työskentelyävyttä. Kuumapuristinlinjalla havaitsimme seuraavanlaisia asioita.

5.2.1 Syöttölaitteisto

Syöttölaitteistoa tarkasteltaessa havaittiin kehityskohteita, jotka eivät ole laitteen toiminnan kannalta merkittäviä, mutta joiden parantaminen helpottaisi operattorin työtä ja parantaisi tuotannon sujuvuutta. Esimerkiksi ladelman keskittämisessä ja syöttöhihnojen toiminnassa huomattiin ongelmia.

Ladelma keskitetään saksilavalle mitta-asteikon mukaan syöttölaitteiston yläpuolella olevan kohdistuslaserin avulla. Ladelman keskittämiseen käytettävä laserosoitin on vaikea asettaa kohdalleen oikein. Laseria siirretään kahdella painikkeella, jotka ohjaavat sähkömoottoria. Kokemattomalta työntekijältä kuluu paljon aikaa laserosoitimen kohdalleen asettamiseen, koska ohjauksen loppuessa laserosoitin jatkaa vielä etenemistään potentiaalienergialla.

Syöttöhihnojen tehtävä on siirtää vaneriaihio hyllylevyn päälle syöttöhäkkiin. Hihnojen toiminnassa esiintyy kuitenkin satunnaisesti ongelmia ohuiden kieroutuneiden vaneriaihoiden syötössä. Erityisesti ohuet vaneriaihiot kieroutuvat helposti. Vaneriaihoiden kierous johtuu esipuristusaineesta ja viiluihin syntyvistä jännityksistä liimauksessa. Kierot aihiot ottavat syöttöhihnoihin kiinni vain toiselta laidalta tai eivät ollenkaan. Näin ollen automaattinen syöttö epäonnistuu, koska syötettävä aihio jää syöttöpöydälle tai aihio menee hyllylevyn päälle väärään asentoon.

Havaitsimme tehtaalla työskennellessämme sekä päivätkimusta tehdessämme joidenkin pidätinvasteiden olevan vääntyneitä. Pidätinvasteet ovat vääntyneet yhden tai useamman vaneriahion ollessa väärässä asennossa hyllylevyn päällä. Väärässä asennossa oleva aihio on jäänyt pidätinvasteen alle ja puristinta suljettaessa aihio ei ole ollut kokonaan lämpölevyjen välissä. Vääntynyt pidätinvaste on haitallinen erityisesti ohuilla aihioilla, koska aihio voi tulla hyllylevyn mukana vasteen alta. Aihion tullessa hyllylevyn mukana, aihio jää syöttöhäkin ja lämpölevyjen välille, eikä puristinta saada välttämättä suljettua ajoissa. Aihiot saavat olla lämpölevyjen välissä vain rajallisen ajan ennen kuin liima kuivuu viiluihin ilman painevaikutusta. Jos kuitenkin epähuomiossa puristin suljetaan kun aihiot ovat lämpölevyjen ja syöttöhäkin välillä, aihiot katkeavat ja samanaikaisesti vääntävät pidätinvasteet.

Mahdollinen kehityskohta voisi olla myös imukuppinostimen imukuppien uudelleenasettelu. Näyttää siltä, että imukuppeja ei ole aseteltu tehtaassa valmistettavien vanerilevykokojen mukaisesti. Imukuppien uudelleenasettelu voisi mahdollisesti parantaa nostokykyä ja tarjota vanerikokojen vaihtelua sallivamman asettelun.

5.2.2 Hydraulijärjestelmä

Töissä ollessamme kiinnitimme huomiota usein ilmeneviin hydrauliongelmiin Raute-kuumapuristimella. Ajoittain hydraulijärjestelmässä ilmenee erinäisiä ongelmia, jotka aiheuttavat raakkipuristuksia. Tämänkaltaisia ongelmia ovat hydraulijärjestelmän typenpaineen aleneminen sekä puristusohjelman epäonnistunut käynnistyminen. Nämä ongelmat ovat tehtaassa tiedonkeruudatan mukaan suurimmat raakkipuristuksien aiheuttajat. Nykyisin järjestelmässä on epätarkka typenpainemittari. Puristimen operaattorin olisi helpompi tarkkailla typen painetta, jos järjestelmässä olisi selkeä ja luotettava painemittari. Liian alhaisesta paineesta varoittamaan voitaisiin lisätä äänimerkki tai varoitusvalo. Näin paineen aleneminen huomattaisiin mahdollisesti jo ennen puristusta. Puristusohjelman epäonnistuneet käynnistymiset johtuvat hydrauliiikan kuluneisuudesta.

5.2.3 Lämmitysjärjestelmä

Lämpölevyjä lämmitetään tehtaan omassa voimalaitoksessa tuotetulla höyryllä. Lämpölevyjen lämpötilan säätö tapahtuu asettamalla puristimen ohjelmaan asetuslämpötila. Asetus ohjaa lämmityshöyryn virtausta säätävää koneikkoa ja koneikko asettaa höyryn virtausventtiilin määrättyyn asentoon. Ongelmaksi tässä muodostuu koneikon sopeutumattomuus muuttuville tekijöille. Koneikko on kalibroitu määritetylle höyryn lämpötilalle ja voimalaitokselta tulevalle virtausmäärälle. Koneikko ei säädä virtausta suuremmalle, jos lämpölevyn lämpötila laskee alle liimalle sallitun rajan. Lämpölevyn lämpötila voi laskea, jos voimalaitokselta tulevan höyryn lämpötila ei ole sitä mikä koneikkoon on kalibroitu. Tämä voi johtaa laatuongelmiin valmiissa tuotteissa.

5.2.4 Purkulaitteisto

Purkulinjastolla ei ole mainittavia tuottavuuteen vaikuttavia haittoja, mutta tutkimuspäivänä havaittiin hyviä kehityskohteita. Kuumapuristuksesta vanereiden tulee siirtyä purkuhäkkiin kokonaan, jotta uusi puristus voidaan tehdä. Havaitsimme että operaattorilta kuluu paljon aikaa kun hän varmistaa että kaikki jo puristetut vanerit ovat poissa lämpölevyjen välistä. Jos puristinta suljettaessa puristetut vanerit jäävät lämpölevyjen väliin, saattavat purkuhäkin rakenteet tai välissä olevat vanerit vaurioitua. Vahingon sattuessa syntyy kustannuksia kunnostamisesta ja raakkivanerin muodossa. Puristettujen vanereiden purkuhäkkiin siirtymisen varmistamiseksi voisi kehittää jonkinlaisen laitteiston, jolla vanerit saataisiin varmasti tulemaan tarvittavan matkan päähän lämpölevyistä, eikä olisi vanereiden väliin jäämisen vaaraa.

Vanerin leveyden muuttuessa täytyy purkuvaste käydä asettamassa oikeaan kohtaan. Tämä on pieni tekijä prosessissa, mutta unohdettaessa muuttaa vasteen leveyttä, aiheutuu paljon ylimääräistä työtä, kun pinoja joudutaan suorittamaan. Tämän vahingon voisi välttää ohjelmoimalla siirron puristusohjelmaan ja muuttamalla siirron automaattiseksi paineilmasylinterillä.

Nykyään kuumapuristusvaiheessa kirjataan käsin seurantalomake, johon puristimen operaattori kirjoittaa tilausta koskevat tiedot ladonnasta lähtien. Kirjaaminen ei kuitenkaan ole sujuvaa, koska välillä operaattorin täytyy etsiä tilauksen ladontatietoja. Nykypäivänä jäljitettävyyden pitäisi olla aukotonta ja sen perusteella pitäisi pystyä seuraamaan tarkasti mitä, missä ja milloin on tehty. Jäljitettävyyden ja laadunvalvonnan dokumentointi tulisi asettaa puristinohjelmaan. Syöttämällä tilausnumero puristimen tietokoneelle, tulisi tilaukselle olla kirjautuneena ladonnan tiedot kuten ladonta-asema, kellonaika, latoja, käytetty liima ja liimamäärä. Kuumapuristimelta tulisi tallentua tilaukselle puristustiedot kuten käytetty kuumapuristin, kellonaika, puristuksen kesto-aika, lämpötila, puristus-paine, puristimen operaattori ja paksuusmittaus.

5.3 Laitetoimittajan havainnot linjan toiminnasta

Laitetoimittaja on tehnyt havaintonsa ennen opinnäytetyön aloittamista. Asiantuntijoiden mielestä linja muuten on ikäisekseen hyvässä kunnossa, mutta seuraavat neljä kohtaa ovat korjauksen tarpeessa (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016f).

Pidätinvasteet

Puristimen syöttölaitteen pidätinvasteet ovat taipuilla ja niitä jouduttu oikomaan. Tämä ei vaikuta laitteen toimintaa paksuilla aihioilla, mutta ohuet aihiot tulevat pidätinvasteiden alitse hyllylevyjien mukana. Samaisen syöttölaitteen toimintamekanismeissa on väljyyttä nivelissä ja paljolti liikkuvia osia on mennyt huonoon kuntoon. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016f.)

Lämpölevyjien kynnet ja porraslevyt

Lämpölevyjien kynsien pulttikiinnitykset ovat päässeet löystymään ja niiden irtaaminen voi aiheuttaa suuria tuhoja laitteeseen. Lämpölevyjien kynsien kiinni pysyminen varmistetaan pulttien kiristuksen yhteydessä hitsaamalla kynnet lämpölevyyn kiinni. Pultit on kuitenkin suunniteltu pitämään kynnet kiinni ja kestämään kuormitusta, jos ne ovat tarpeeksi hyvin kiristetty. Kynsien liitosten löys-

tyminen alkaa yleensä ylimmissä levyissä kovemmasta iskusta johtuen. Laitetoimittajan mielestä ylimmät porraslevyt ovat pahasti kuluneet ja ne tulisi vaihtaa mahdollisimman pian. Selvityksessä on maininta siitä etteivät lämpölevyjen virtauskanavat ole tukkeutuneet kuten tämän ikäisissä yleensä. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016f.)

Uusi sylinteri

Laitetoimittajan asiantuntijoiden mielestä uuden hydraulisylinterin linjasuunta ei ole ohjauskiskojen suuntainen. Tämä on voinut aiheuttaa pakkatiivisteiden ajoittaisen vuodon. Samalla asiantuntijoiden huomio on kiinnittynyt männänvarressa huolestuttavilta näyttäviin naarmuihin. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016f.)

Hydrauliikka

Asiantuntijoiden mielestä hydrauliikka on heikkokuntoinen laitteessa ilmenneiden vuotojen, pumppujen tärinän, komponenttien kauttaaltaan kuluneen ilmeen, akun latauspumpun karheen äänen ja korkean käyttöpaineen vuoksi. Asiantuntijoiden mielestä, jos linjaa aiotaan pitää hyväkuntoisena pidemmällä tähtäimellä, tulisi hydrauliikka modernisoida. Ahtaiden tilojen vuoksi, on päädytty epätavalliseen kahden paineakun ratkaisumalliin, joiden vuoksi typpitilavuus on jäänyt pieneksi ja laite joutuu käyttämään korkeampaa latauspainetta kuin mille se on suunniteltu. Tämä aiheuttaa paljon kulumista järjestelmässä ja typen liukenevista hydrauliöljyyn. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016f.)

6 Aineisto ja menetelmät

6.1 Asiantuntijalausunto

Ennen opinnäytetyön aloittamista UPM pyysi laitetoimittajalta tutkimusta siitä, onko linjan toiminnassa havaittavia fyysisiä ongelmia. Laitetoimittaja kävi teke-mässä arvioinnin syksyllä 2015. Asiantuntijat kirjoittivat tutkimuksesta lau-sunnon, jossa kerrotaan heidän havaintonsa laitteen toimintaa haittaavista teki-jöistä. Käytämme asiantuntijalausuntoa opinnäytetyön tulosten arviointiin. Havainnot on referoitu linjan lähtötilanne osioon (kohta 5.3).

6.2 Tiedonkeruudata

UPM:llä on oma tiedonkeruujärjestelmä, johon kerätään linjojen häiriöiden syyt ja kestoajat. Järjestelmässä on kuitenkin kahden minuutin suodatus, millä on tarkoitus kartoittaa isoimmat viivytystä aiheuttavat häiriöt. Häiriöt jotka kestävät alle suodatusajan havainnoidaan päivätutkimuksella. Päivätutkimus on tehty kestoaltaan lyhyiden, mutta taajuudeltaan usein ilmestyvien ongelmien selvittä-miseksi. Tiedonkeruujärjestelmään syötetään myös puristimelta tulleet raakkipu-ristus määrät ja niiden aiheuttajat. Tätä tiedonkeruudataa hyödynnämme opin-näytetyön tulosten ja analyysien tukena. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016g.) Data on vuoden 2015 loppupuolelta ja sen jälkeen ilmenneet ongelmat olemme keränneet vuorokommenteista, mitkä vuoropäällikkö on kirjoittanut UPM:n yh-teiseen tiedotusjärjestelmään.

6.3 Päivätutkimus

Päivätutkimuksen tarkoituksena on nähdä mitä kaikkea työpäivä operaattorin osalta pitää sisällään. Näin havaitaan operaattorin päivittäin kohtaamia ongel-mia ja haasteita, sekä voidaan tunnistaa yleisimpiä syitä, jotka johtavat tuotta-

van työajan menetykseen. Lopputuloksena saadaan arvokasta tietoa siitä, kuinka paljon työpäivä sisältää tuottamatonta ja tuottavaa työaikaa. Tulosten perusteella voidaan yhdessä parantaa työn tuottavuutta. Tutkimuksen tarkoitus on arvioida nimenomaan prosessia, ei työtä tekevää henkilöä. Syitä tuottamattomalle työlle voi löytyä toimintamalleista ja laitteista, mutta myös tarvittavan tiedon tai motivaation puutteesta. (Wilska, K & Viitala S. 2010a, 3–5)

Tuotannon kahdeksan hukkaa

1. Odottelu
2. Tarpeeton kuljettelu
3. Liiallinen käsittely
4. Tarpeettomat varastot
5. Tarpeeton liikkuminen
6. Viat
7. Osaamisen käyttämättä jättäminen
8. Ylituotanto

(Wilska, K & Viitala S. 2010a, 6)

6.4 Häiriöseuranta

Häiriöseurannan tarkoituksena on nähdä mitä kaikkea työpäivä koneiden ja laitteiden toiminnan osalta pitää sisällään. Näin havaitaan linjan toiminnassa ilmeviä ongelmia sekä voidaan tunnistaa yleisimpiä syitä, jotka johtavat häiriöajan syntymiseen. Lopputuloksena saadaan arvokasta tietoa siitä, kuinka paljon tuottavaa työaikaa menetetään koneissa esiintyvien häiriöiden johdosta. Tulosten perusteella voidaan yhdessä parantaa työn tuottavuutta. Tutkimuksen tarkoitus on arvioida nimenomaan prosessia, ei työtä tekevää henkilöä. Ennen seurantaa voidaan määritellä kohteen merkittävimpiä häiriösyitä, jotka ovat jo entuudestaan tiedossa ja joita voidaan odottaa esiintyvän. Seurannan toteutus on yksilöllinen riippuen kohteesta sekä sen erityispiirteistä. (Wilska, K & Viitala S. 2010b, 4–5)

6.5 Haastattelututkimus

Opinnäytetyön yhtenä tutkimusmenetelmänä käytettiin avointa haastattelua. Näin saatiin selvitettyä operaattorin näkemyksiä kuumapuristimessa olevista ongelmista ja kehityskohteista. Haastattelututkimuksella poistetaan yhtiön lean-ajattelutavan ”osaamisen käyttämättä jättäminen”-hukkatekijä. Avoin haastattelu valittiin parhaiten sopivana tutkimustapana, koska kysymykset olivat melko suuntaa antavia ja laaja-alaisia. Haastattelua varten kirjoitettiin etukäteen ylös vain muutamia pääkysymyksiä. Haastattelun aikana myös tuli käsitellyksi aiheita, joita ei ollut varsinaisesti etukäteen osattu ajatella.

Avoimessa haastattelussa on oikeastaan kysymys keskustelusta, jonka haastatteli ohjaa tutkimuksen aihepiirin suuntaan. Välttämättä eri haastateltavien kesken ei käydä läpi samoja teema-alueita. Haastateltavan oma kiinnostus ohjaa painopisteitä. (Helakorpi S. 1999, 55)

Muiden haastattelumenetelmien käyttö ei sopinut tämän opinnäytetyön kohteen tutkimusmenetelmäksi niiden joustamattomuuden vuoksi. Haastattelua ei voinut suorittaa lomakehaastatteluna eli strukturoituna haastatteluna, koska operaattorin omat havainnot laitteen häiriöistä olisivat jääneet huomioimatta. Puolistrukturoidussa haastattelussa puolestaan olisi lisäkysymysten esittäminen jäänyt tekemättä. Teemahaastatteluna häiriöiden selvittely olisi mahdollisesti onnistunut, mutta olisi voinut jäädä vajaaksi tarvitsemistamme tiedoista. Päädyimme avoimeen haastatteluun sen yksikertaisuuden ja joustavuuden vuoksi.

6.6 Vika-vaikutusanalyysi

Kuumapuristinlinjan hyvä kunnossapito on tärkeää mahdollisimman korkean käyttöasteen pysyvyyden kannalta, jotta linjalle ei tulisi odottamattomia seisauksia. Linjalla on hydraulijärjestelmä sekä paljon liikkuvia rakenteita ja komponentteja, jotka vaativat säännöllistä kunnossapitoa. Kyseisen kuumapuristinlinjan kunnossapitoon soveltuisi hyvin vika-vaikutusanalyysin tekeminen, koska linja on lujatekoinen ja melko huoltovapaaksi suunniteltu.

Kunnossapidon toimenpiteet kohdistuvat koneen tai tuotantolinjan yksittäisiin komponentteihin ja osiin. Ennen yksittäisten komponenttien tarkastelua on hyvä tehdä laitekokonaisuudesta analyysi, siitä, millaisia vikoja koneeseen voi tulla, miten ne ilmenevät, mistä ne johtuvat ja mitä seurauksia niistä on koko tuotantolinjan toiminnalle. Laitteiston toimintanalyysiä kutsutaan vika-vaikutusanalyysiksi (VVA, englanninkielessä terminologiassa FMEA). Tämä auttaa ymmärtämään kokonaisuutta ja eri osien merkitystä kokonaisuudelle. (Laine H. 2010, 127).

1. VVA:lla pyritään tunnistamaan potentiaalisia vikaantumisia sekä niiden vaikutuksia ja seurauksia laitteiden ja järjestelmän toimintaan.
2. Analyysissä selvitetään seuraavat asiat:
 - Mitä laitteen ja sen osien kuuluu tehdä?
 - Miten laite voi vikaantua toiminnallisesti?
 - Kuinka vioittuminen tapahtuu?
 - Miten kukin vika vaikuttaa toimintaan ja mitä seurauksia siitä on?
 - mitä voidaan tehdä vikaantumisen ehkäisemiseksi tai enakoimiseksi.
3. Edellä mainittujen kysymysten perusteella luodaan laitteelle kunnossapitostrategia. (Laine H. 2010, 127–128).

7 Tulokset

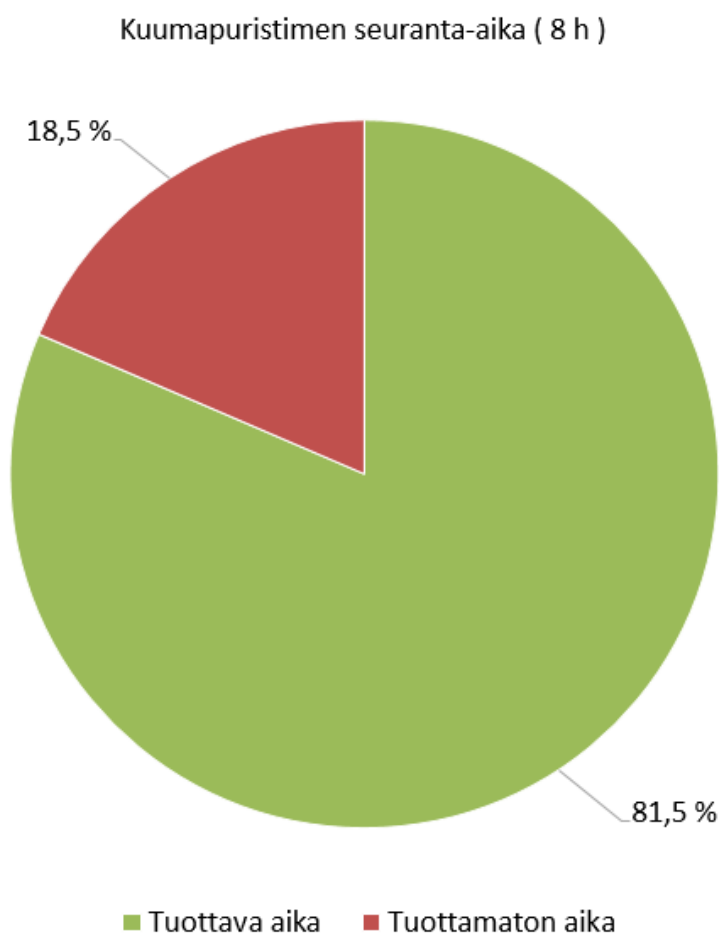
7.1 Tiedonkeruudatan analysointi

Tiedonkeruudatasta on havainnoitu suurimpien raakkipuristusten johtuvan hydrauliongelmistä ja pidätinvasteiden toimimattomuudesta. Lähteenä käytetty aineisto on vuoden 2015 loppupuolelta, josta selviää yhden kuukauden aikana tulleiden raakkipuristusten määrä ja niiden syyt. (UPM-Kymmene Wood Oy, 2016g.) Jo kerätyn datan lisäksi kävimme tehtaalla tarkastelemassa vuorokommentteja, joista ilmenee lähteen kirjauspäivän jälkeen esiintyneitä häiriöitä. Vuorokommentit ovat peräisin alkuvuodelta 2016 eivätkä ne näy tiedonkeruudassa. Vuorokommenteista kävi ilmi seuraavat kaksi taajuudeltaan usein esiintyvää vikaa.

- Puristusohjelma ei lähde päälle (hydrauliikkaongelma).
- Avoinaika ylittyi (syöttöhäiriö).

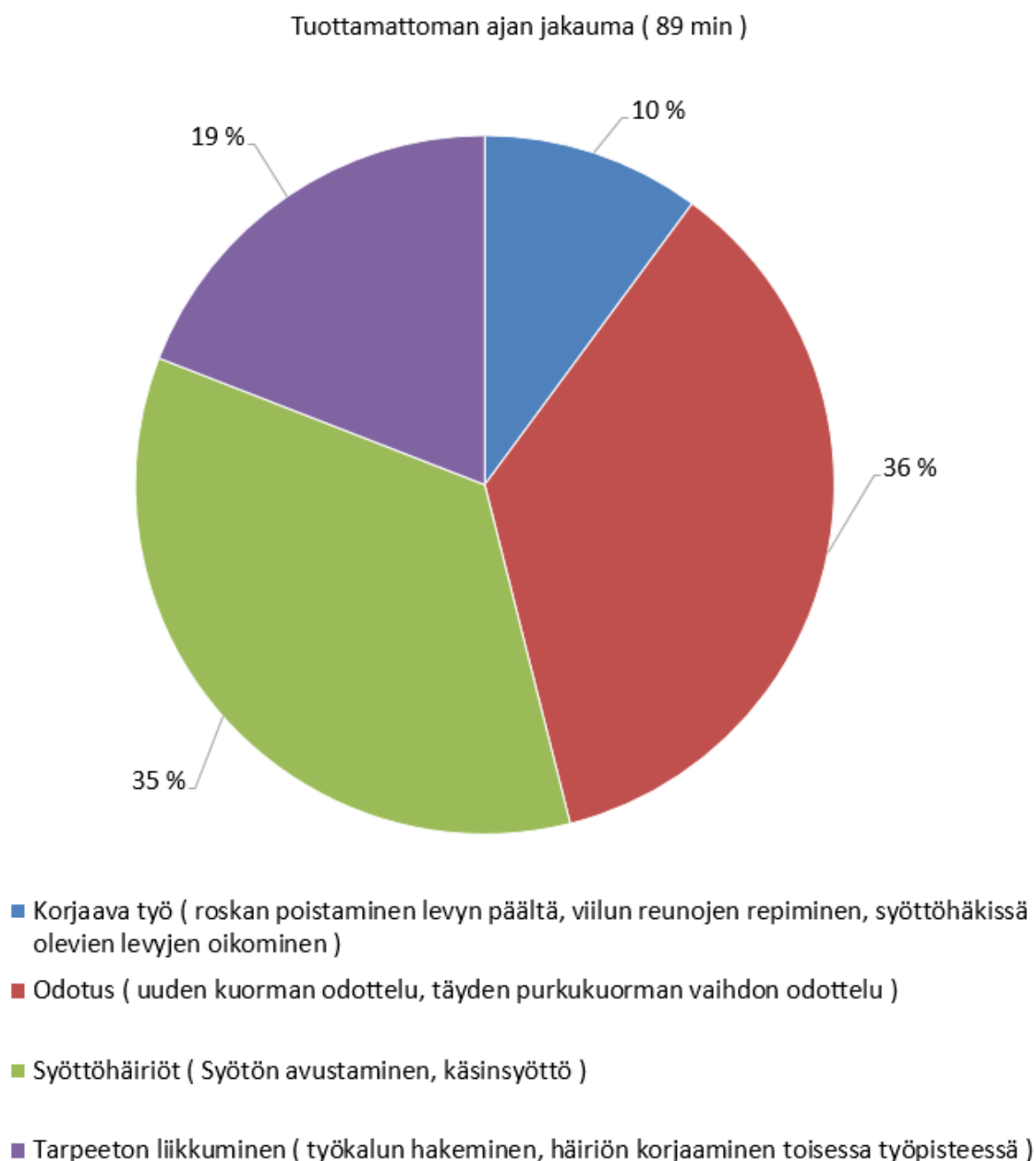
7.2 Päivätutkimuksen tulokset

Työtä varten teimme seurantalutkimuksen, jonka aikana keräsimme aineistoa seuraamalla kuumapuristimen toimintaa ja operaattorin työskentelyä työpisteessään yhden vuoron ajan. Kirjasimme havaintolomakkeille erikseen häiriöseurannan, joka keskittyy koneen toiminnassa ilmeneviin mekaanisiin ongelmiin, sekä päivätutkimuksen, jonka tarkoituksena on kartoittaa operaattorin liikkumista, toimintaa ja arvioida työpisteen käytännön järjestelyjä sekä niiden toimivuutta. Käsinkirjoitetuilta seurantalomakkeilta siirsimme havainnot Excel-tilukkolaskentaohjelmaan, jossa kerättyä dataa edelleen analysoitiin ja sen pohjalta muodostettiin diagrammeja. Kuumapuristimen seuranta-aika jaettiin PlyOpex-aineistossa olevien ohjeiden mukaan tuottavaan ja tuottamattomaan aikaan (kuvio 1). Tuottava käyntiaika on laskettu vähentämällä tuottamaton käyntiaika kokonaisseuranta-ajasta.



Kuvio 1. Seuranta-ajan jakautuminen kuumapuristimella.

Tuottamaton käyntiaika on edelleen jaettu neljään luokkaan sen perusteella, minkä tyyppisiä ongelmia on esiintynyt (kuvio 2). Kaikki havaitut ongelmat sopivat PlyOpex-aineiston kuvauksiin ja luokittelu oli siksi melko helppoa. Jakauma on esitetty luokkakohtaisina prosenttiosuuksina, jotka on laskettu jokaisen luokan ajan osuutena kokonaisajasta.



Kuvio 2. Tuottamattoman ajan jakauma.

7.3 Päivätutkimuksen tulosten analysointi

Tutkimuspäivänä tuotantotilanne tehtaalla oli melko rauhallinen. Kuumapuristinta edeltävät rullaradat olivat melko tyhjätkä eikä niin sanottua ruuhkaa päässyt syntymään koko vuoron aikana. Noin puolet vuorosta tehtiin melko paksua vaneria, jonka puristamisessa ei esiintynyt suuria vaikeuksia ja laitteet toimivat suunnitellusti joitakin pieniä häiriöitä lukuun ottamatta. Kuitenkin kun noin puolet vuorosta tuotannossa oli ohuempaa vaneria, alkoi esiintyä ongelmia, jotka johtavat tuottamattoman ajan syntymiseen. Havaintojen perusteella yleisestikin ongelmat lisääntyvät kun puristetaan ohuempia tuotteita. Ohuet vaneriaihiot käyristyvät helposti esipuristuksessa, mikä johtaa syöttöhäiriöihin sekä lisää tarvetta korjaavalle työlle syötön yhteydessä.

Korjaava työ

Jotta vaneriaihioiden syöttö puristimeen onnistuisi, täytyy niiden olla riittävällä etäisyydellä hyllylevyn etureunasta. Muuten on olemassa riski, että syöttöhäkkiä puristimen sisään ajettaessa yksi tai useampi aihio jää pidätinvasteen alle. Kun hyllylevyt vedetään taakse ja aihioiden kuuluisi jäädä lämpölevyille, saattaa pidätinvasteen alle jäänyt aihio liikkua taaksepäin hyllylevyn mukana. Tällaisessa tapauksessa kyseinen aihio jää syöttöhäkin ja lämpölevyjen väliin, eikä puristinta voida suunnitellusti sulkea ennen kuin aihio on saatu pois välistä. Käytännössä poistaminen tapahtuu siten, että operaattori kiipeää korjaamaan aihion asentoa seipäällä ja näin siirtää sen lämpölevylle jotta puristin olisi mahdollista sulkea.

Kuitenkin tässä vaiheessa on todennäköisesti kulunut useita minuutteja, ja niin sanottu avoin aika on ylittynyt. Tämä tarkoittaa sitä, että aihiot ovat olleet lämpölevyjen päällä ja liima on alkanut kovettua. Painevaikutusta ei kuitenkaan ole saatu koska puristin on auki. Liimasaumoista tulee epäluotettavia ja kaikki puristuksen vanerit joudutaan mahdollisesti hylkäämään, koska puristinta ei ole saatu suljettua ajoissa. Tästä käytetään termiä raakkipuristus.

Päivätutkimuksen tuloksissa korjaavaan työhön on luokiteltu syöttöhäkissä olevien aihoiden oikominen. Tämä tarkoittaa sitä, että täytettyä syöttöhäkkiä nostettaessaan operaattori joutuu välillä pysäyttämään noston havaittuaan että aihio on vinossa tai ei ole mennyt tarpeeksi pitkälle hyllylevyn päälle. Aihion paikkaa tai asentoa korjataan seipäällä siirtämällä. Vaneriaihoiden hyvän asennon varmistamisella pyritään välttämään yllämainittua tilannetta, jossa aihio jostain syystä tulee pidätinvasteen alta taaksepäin, eikä puristinta saada suljettua ajoissa.

Muita korjaavia toimenpiteitä ovat satunnaisten roskien poistaminen aihoiden päältä, sekä viilun reunojen repiminen. Roskien poistamista varten syöttölaitteessa on harjat sekä paineilmaa puhaltavat suuttimet. Kuitenkin viilunkappaleita tai muita roskia joutuu toisinaan aihoiden päälle, ja puristimeen asti päätyessään ne aiheuttavat tuotteen pintaan painaumaan. Varastotilanteesta johtuen saatetaan vaneriaihiot joskus latoa ”ylipitkistä” viiluista. Tuotteen mitoista riippuen ylipitkiä viilun reunoja on joskus tarpeellista repiä käsin pois, etteivät ne haittaisi syöttöä tai jäisi kiinni mihinkään syöttövaiheessa.

Odotus

Tuotantotilanteesta johtuen puristettavia ladelmia jouduttiin odottamaan, mikä näkyy tutkimustuloksissa tuottamattomana aikana (Kuvio 2). Odottelun osuus on suurin kaikista tuottamattoman ajan luokista. Tämä hukka ei varsinaisesti johdu kuumapuristimen toiminnasta, mutta se ajatellaan silti työpisteellä olevan operaattorin turhana odotteluna. Puristusta varten tarvitaan yhteensä 30 vaneriaihiota, yksi jokaiseen puristusväliin. Ennen kuin voidaan aloittaa puristus, täytyy siis odottaa niin monta ladelmaa että syöttöhäkki saadaan täyteen.

Kone tyhjentää valmiit vanerit purkuhäkistä automaattisesti purkukuormaan. Kun purkukuorman suurin sallittu korkeus on saavutettu, saksilavan pohjassa oleva mekaaninen rajakytkin vaikuttaa, ja purkuhäkin tyhjentäminen pysähtyy. Operaattorin pitää siirtää kuljettimilla täysi kuorma pois, asettaa uusi pohjalevy saksilavan päälle ja manuaalisesti käynnistää jälleen purkaminen. Vaikka edellinen puristusohjelma olisi valmis ja syöttöhäkki täytetty, ei puristinta voida avata ennen kuin purkuhäkki on tyhjentynyt ja lukittunut takaisin yläasentoonsa. Jos

operaattori on hoitamassa muita työtehtäviä, eikä ehdi tai muista käydä vaihtamassa purkukuormaa sen täytyttyä, joudutaan se vaihtamaan tuottamattomana aikana, kun edellinen puristusohjelma on jo valmis. Jos purkuhäkki olisi ollut valmiina lukittuneena yläasentoonsa, olisi voitu heti aloittaa uusi puristus.

Syöttöhäiriöt

Toiseksi suurin osa tuottamattomasta ajasta johtui siitä, että operaattori joutui jollakin tavalla avustamaan syöttölaitetta joka siirtää vaneriaihiot syöttöhäkkiin. Syöttölaitteen kuuluisi toimia automaattisesti, jolloin operaattorin ei tarvitsisi valvoa tai avustaa syöttöä vaan hän voisi keskittyä muihin työtehtäviinsä. Tuotannon sujuvuuden kannalta on tärkeää, että operaattori pystyy hoitamaan samanaikaisesti myös muita laitteita, kuten esipuristimia, eikä ole sidottuna kuumapuristimelle avustamaan syöttölaitteen toimintaa.

Kokemusperäisen ammattitaidon perusteella operaattorin on mahdollista ennakoita tuotannon kulkua ja näin edistää kaiken toiminnan sujuvuutta. Kuormien ja ladelmien siirtely sekä erilaisten yllättävien ongelmien selvittäminen on jokapäiväinen asia ja vaatii aina operaattorin tekemään työn. Näidenkin asioiden ennakoiminen ja järjestelmällinen tekeminen ovat tärkeitä tuotannon sujuvuuden kannalta. Jos operaattori joutuu jatkuvasti avustamaan syöttölaitteen toimintaa, hän ei yhtä hyvin pysty hoitamaan muita töitään, jolloin menetetään ennakoidulla toiminnalla saavutetut edut ja tuotantokapasiteetti pienenee.

Puristajan työtehtävä on sen luontoinen, että operaattorin täytyy liikkua melko pitkiä matkoja laitteiden välillä. Lisäksi työnkuvaa hankaloittavat monet rajaavat tekijät. Esimerkiksi ladonta-asemalta tuleva ladelman on saatava esipuristettua määrätyn ajan sisällä ja esipuristetut lademat on siirrettävä rullaradoille, pois uusien kuormien tieltä. Kuumapuristimelle on siirrettävä jatkuvasti uusia ladelmia syötettäväksi, ja myös valmiita purkukuormia on siirrettävä seuraavalle työpisteelle. Jos operaattori joutuu käyttämään aikansa vain yhden asian tekemiseen, kuten syöttölaitteen avustamiseen, saattavat muut työtehtävät tavallaan jäädä jälkeen normaalista tuotannon kulusta ja ongelmasta johtunut tuottamaton aika kertaantuu.

Tarpeeton liikkuminen

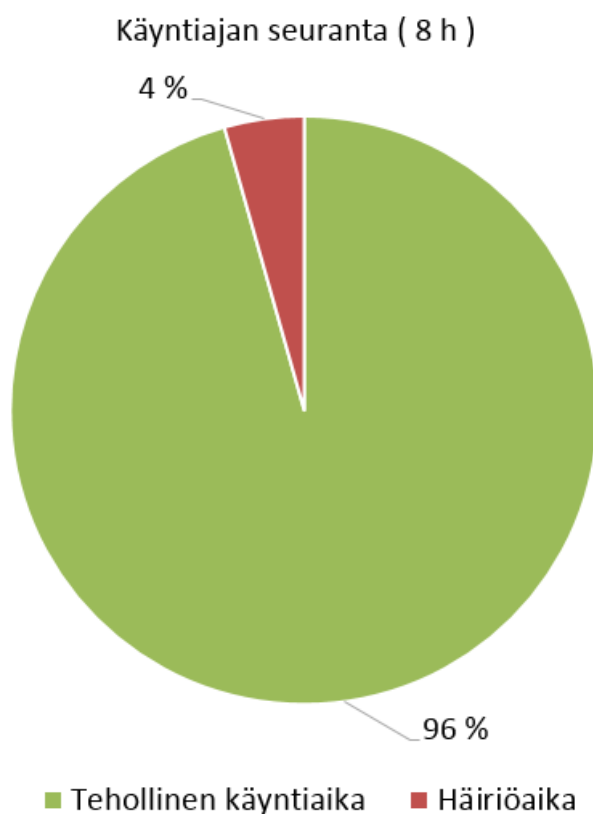
Puristimen ympäristössä on työkaluja, joita tarvitaan häiriöiden korjaamiseen. Esimerkiksi rautakankia ja lukkopihtejä tarvitaan joskus syöttö- tai purkuhäiriön seurauksena jumiutuneen vanerin tai jostain syystä rullaradalla tai kuljettimella vinoon menneen ladelman oikaisuun. Työkaluille on omat säilytyspaikkansa, mutta ne eivät silti aina ole paikallaan, vaan ovat jääneet johonkin muualle. Työkalun etsiminen tai hakeminen jostain on selkeästi tuottamatonta aikaa, joka voitaisiin käyttää hyödyllisemmin.

Tutkimuspäivänä purkukuormien siirtämiseen käytettävässä kuljettimessa esiintyi pieniä häiriöitä. Kuljettimen risteysasemassa on mekaaninen rajakytkin, jonka täytyy vaikuttaa kuorman painosta, jotta kuorma saataisiin siirrettyä edelleen kiskoilla kulkevaan kuljetusvaunuun. Kyseisessä rajakytkimessä oli kuitenkin toimintahäiriö, ja operaattorilta kului paljon aikaa kuorman edestakaisin siirtelyyn ja vian selvittämiseen.

Kyseinen rajakytkin on tärkeä turvallisuustekijä joka estää tilanteen, jossa kuorma saattaisi kaatua. Kuitenkin sen epävarma toiminta aiheutti pitkän tuottamattoman ajan kun operaattorin täytyi kävellä monesti edestakaisin tarkastamaan kytkimen asentoa ja ohjauspaneelille painamaan ohjauspainikkeita.

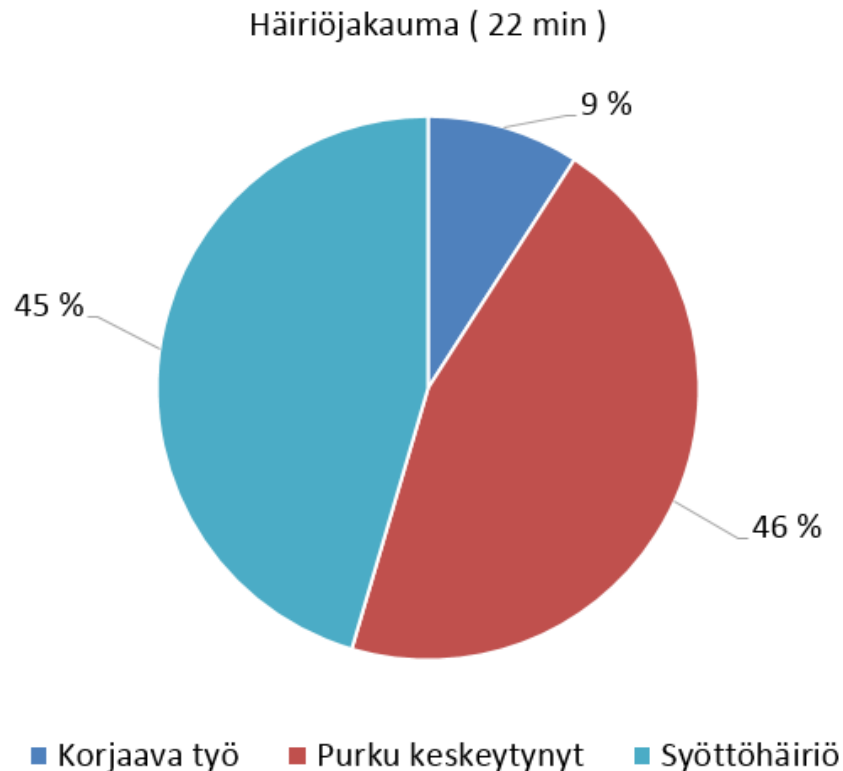
7.4 Häiriöseurannan tulokset

Seurantatutkimuksen toinen osa keskittyi tarkastelemaan kuumapuristimen toiminnassa ilmeneviä teknisiä vikoja. Tutkimuksen kannalta seurantapäivä ei ollut erityisen tapahtumarikas, ja varsinaisia teknisiä häiriöitä havaittiin vähän. Tämän tyyppisten häiriöiden tunnistamiseksi seurantatutkimusta pitäisi tehdä useammin ja paljon pidemmällä aikavälillä kuin tämän työn puitteissa on mahdollista. Havaintoja tukemaan voidaan kuitenkin käyttää tehtaalla pitkältä ajalta kerätty häiriöseurantadataa, sekä operaattorin haastattelua. Lisäksi tehtaalla sisäisessä tiedonkeruussa on havaintoja merkittävistä teknisistä häiriöistä, joita ei kuitenkaan havaittu tämän seurantatutkimuksen aikana. Aiemmin kerätty tieto on siksi erittäin tärkeää todellisten häiriömäärien ymmärtämiseksi ja hyvin käytökelpoista opinnäytetyön kannalta. Kuumapuristimen käyntiaika jaettiin teholliseen käyntiaikaan ja häiriöaikaan (kuvio 3). Tehollinen käyntiaika on laskettu vähentämällä tuottamaton käyntiaika kokonaiskäyntiajasta.



Kuvio 3. Käyntiajan seuranta kuumapuristimella

Häiriöaika on edelleen jaettu kolmeen luokkaan sen perusteella, millaisia häiriöitä on esiintynyt (kuvio 4). Jakauma on esitetty luokkakohtaisina prosenttiosuuksina, jotka on laskettu jokaisen luokan ajan osuutena kokonaisajasta.



Kuvio 4. Häiriöajan jakauma

7.5 Häiriöseurannan tulosten analysointi

Suurin osa häiriöajasta on aiheutunut purkamisen keskeytymisestä. Purkulaitteisto toimii automaattisesti, mutta purkukuorman täytyessä toiminto pysähtyy ja purkaminen jatkuu vasta, kun operaattori on siirtänyt täyden kuorman pois. Kyseessä ei ole varsinaisesti tekninen häiriö, vaan laitteen ohjelmallinen ominaisuus. Syöttöhäiriöt johtuvat lähes yksinomaan siitä että syöttölaite ei jostain syystä saa nostettua vaneriaihiota syöttöhihnoille tai vaneriaihio jää jumiin, eikä mene syöttöhäkkiin. Korjaavan työn osuus tulee levypukkarin jumiutumisesta. Pukkari työntää syöttöhäkkiin syötetyt vaneriaihiot määrätyle kohdalle hyllylevyn päälle. Pukkaria liikuttavissa sylintereissä havaittiin tutkimuspäivänä jumiutuminen, jonka syystä ei ole varmuutta. Häiriö korjaantui rautakangella vääntämällä.

7.6 Haastattelututkimuksen tulokset

Opinnäytetyötä varten haastateltiin yhtä kokenutta puristimen operaattoria. Haastattelussa kysyttiin mitkä ovat yleisimpiä häiriöitä laitteiden toiminnassa ja minkälaisia parannusehdotuksia on mahdollisesti jo tullut esille (liite 1). Haastateltavan näkemykset olivat samankaltaisia kuin havainnot, joita tehtiin kuumapuristimen toimintaa tarkkailtaessa. Haastateltu kertoi yleisimpien kuumapuristimen häiriöiden johtuvan esipuristuksen huonosta viilujen tarttuvuudesta, joka ilmenee kuumapuristimella syöttöhäiriönä. Toisena ongelmana hän mainitsi pukkarin työntävän aihion huonosti syöttöhäkin hyllylevyn päälle, mikä hänen mielestään johtuu aihioden kieroudesta. Kierous johtuu yleensä esipuristuksen paineesta. Kolmas yleisimmin esiintyvä häiriötekijä oli haastateltavan mukaan hydraulikassa esiintyvät toimintahäiriöt.

Haastateltavalta kysyttiin, mistä syistä hänen arvionsa mukaan syntyy useimpien ja määrällisesti eniten raakkipuristuksia. Operaattori kertoi hydraulikan toimintahäiriöiden ja kierojen aihioden olevan suurimmat raakkipuristustekijät. Operaattorin mielestä suurimmat parannuskohteet olisivat linjan ennakoiva kunnossapito, hydraulijärjestelmän tyypipaineen pitäminen riittävällä tasolla ja esipuristuksen paineen muuttaminen jotta kuumapuristusprosessi toimisi ongelmitta. Koko kuumapuristusprosessia hän parantaisi lyhentämällä ladonnan ja esipuristimen välistä matkaa, hankkimalla molemmille puristimille oman operaattorin, hankkimalla varastoratojen ja kuumapuristimien väliin sähkökäyttöisen siirtovaunun sekä automatisoimalla kuormalapun tulostuksen.

Häiriöseurantaa tehdessämme havaitsimme että operaattori joutuu avustamaan joidenkin aihioden syöttöä. Tähän ongelmaan operaattorin mielestä paras ratkaisu olisi tasaiset aihiot tai reilusti leveämmät syöttöhihnat. Kysyimme operaattorilta parannusideoita pidätinvasteiden toimimiseen. Hänen mukaansa pidätinvasteet tulisi olla suorat ja kohdalleen säädetyt.

7.7 Haastattelututkimuksen tulosten analysointi

Operaattorin haastattelun tuloksia analysoimalla saatiin selville, että suuri osa syöttöongelmista johtuu esipuristuspaineesta, joka tekee vaneriaihioista kieroja ja hankaloittaa aihoiden syöttöä syöttöhäkkiin. Hydraulikkaongelmat ja kierot aihiot ovat tuloksien mukaan suurimmat raakkipuristusten aiheuttajat. Haastattelututkimuksen tuloksista havaittiin, että operaattori pystyisi hallitsemaan paremmin työtehtäviään, mikäli syöttöongelmista päästäisiin eroon. Operaattorin haastattelussa ilmenee kuumapuristinlinjan heikko ennakoiva kunnossapito, joka saattaa johtaa odottamattomiin pitkäkestoisiiin korjaustoimenpiteisiin. Havaintojen perusteella tulisi ennakoivaa kunnossapitoa parantaa.

7.8 Analyysien yhteenveto

Pääongelmakohteet

Pääongelmakohteiksi ovat tutkimuksen mukaan ilmenneet puristimen hydraulikan kuluneisuus, pidätinvasteiden vääntyneisyys sekä erinäiset syöttöhäiriöt. Tutkimusta vahvistavat yrityksen oma tiedonkeruu, operaattorin haastattelu, laitetoimittajan asiantuntijalausunto sekä vuoropäällikön kirjaamat vuorokommentit, joista ilmenevät tuotannolliset häiriöt.

Puristimen hydraulikan uusimisella voitaisiin parantaa laitteiden luotettavuutta ja linjan toimivuutta. Samalla laitteistoon voitaisiin asentaa luotettava typpipaineen mittari ja varoitusvalo. Varoittimen ansiosta painevaje pystyttäisiin korjaamaan mahdollisesti ennen tuotettua raakkipuristusta. Pidätinvasteiden uusiminen toisi helpotusta ohuiden vanereiden tuotannossa. Pidätinvasteisiin voisi kehittää joustinosat jotka varmistaisivat pidätinvasteen pitävyyden, vaikka ne käytössä hieman vääntyisivätkin. Syöttölaitteen hihnojen vaihto leveään mattoon parantaisi levyn lähtemistä syöttöpöydältä tasaisesti syöttöhäkkiin. Mattoa suunniteltaessa tulisi tarkistaa, olisiko varastonimikkeenä jotain käyttöön sopivaa. Tällä tavalla varastoarvoa ei nostettaisi, kun jo varastossa olevaa mattoa voitaisiin hyödyntää useampaan käyttökohteeseen.

On selvää että laitteiston pääongelmakohteiden korjaaminen tulisi pidemmällä aikavälillä kannattavammaksi kuin nykyisten vuosittaisten raakkipuristusten tuottaminen. Investoimalla kuumapuristimen pääongelmakohteiden korjaustöihin, tulisi vuosittainen raakkipuristusmäärä todennäköisesti laskemaan huomattavasti. Korjaustöiden kustannuksista ja niiden vaikutuksista pitäisi kuitenkin tehdä tarkempia arvioita sekä selvittää missä ajassa investointi maksaa itsensä takaisin.

8 Johtopäätökset

Tutkimuksessa havaittiin muutamia kehitysideoita joiden korjaaminen ei merkittävästi vaikuta teholliseen käyntiaikaan, mutta niiden korjaamatta jättäminen vaikuttaa työn etenemiseen. Kohteita modernisoimalla voidaan saavuttaa parempi käytettävyys ja laitteiston varmempi toimivuus.

Pääongelmakohteiden korjaaminen vaikuttaisi selkeästi linjan häiriöajan ja raakkipuristusten määrään. Hydraulikan modernisointi ja pidätinvasteissa esiintyvien ongelmien korjaaminen tulisi vähentämään raakkipuristusten määrää huomattavasti. Erinäisten muiden syöttöhäiriöiden aiheuttajien korjaaminen vähentäisi häiriöaikaa. Syöttöhäiriöissä esiintyy kahdenlaista häiriöaikaa. Aikaa jonka operaattori käyttää syöttölaitteen avustamiseen ja aikaa jolloin ladelman automaattinen syöttö on epäonnistunut. Pääongelmakohteiden lisäksi seuraavaksi esitellään mahdollisia kehitysideoita pienempiin ongelma-kohtiin.

Ladelman keskityslaserin kohdistaminen on kokemattomalle hankalaa. Olisi hyödyllistä muokata laser servomootorilla ohjattavaksi ja ohjelmoida se siirtymään automaattisesti tilauksessa annetulle leveydelle. Vaihtoehtoisesti nykyiseen siirtolaitteeseen voitaisiin lisätä jarru. Jarrun lisääminen helpottaisi ja nopeuttaisi keskityslaserin kohdentamista, koska laser ei jatkaisi matkaa omalla potentiaalienergiallaan.

Mahdollinen imukuppinostimen imukuppien uudelleen sijoittelu voisi parantaa nostokykyä. Nykyisellä sijoittelulla imutehoa menetetään reunojen ylitse menevistä imukupeista. Imukupit tulisi sijoitella niin että imukupit ovat pienimmän tuotetun vanerikoon sisässä, näin imuhukkaa saataisiin vähennettyä. Ongelma ei aiheuta tuotantoon katkoksia, mutta parantelemalla laitetta saataisiin toiminta luotettavammaksi.

Lämpölevyjen riittävä lämpötila vaikuttaa liiman pitävyyteen vaaditulla puristusajalla. Nykyinen säädin ei ota huomioon höyryn lämpötilavaihteluita ja virtaus-

määrää, näin lämpölevy saattaakin olla alilämpöinen ja liima ei kuivu odotetulla tavalla. Säädintä tulisi päivittää niin, että säädin lisäisi virtausta jos lämpölevyn lämpötila ei ole riittävä. Vaihtoehtoisesti järjestelmään voisi asentaa alhaisesta lämpötilasta kertovan ilmoitinvalon.

Purkulaitteistossa tuotantokatkoja ei ilmennyt kuin ohjelmallisista syistä. Purku keskeytyi rajakytkimen havaitessa kuorman olevan täysi. Vaikka kuorma oli täysi, voitiin loput vanerit ajaa manuaalisella syötöllä kuorman kyytiin. Purkulaitteistoa tutkittaessa havaittiin purettujen vanereiden reunojen jäävän todella lähelle lämpölevyjä, jolloin turvaraja-anturi virheellisesti tunnistaa vanereiden olevan vielä lämpölevyjen välissä. Tällöin turvaraja joudutaan ohittamaan, jotta puristin saadaan uudelleen suljettua. Vaikka vanerit ovat jo kokonaan poissa lämpölevyjen välistä, ovat ne silti niin lähellä lämpölevyjä, että anturi tulkitsee vanereiden olevan vielä lämpölevyjen välissä. Nykyisellään turvaraja-anturin toimintaan ei voida luottaa ja operaattorin täytyy aina ennen puristimen sulkemista käydä itse katsomassa ja varmistamassa, ettei vanereita ole jäänyt lämpölevyjen väliin. Ongelma ei korjaannu pelkästään vaihtamalla turvaraja-anturia tai sen paikkaa. Vanereiden reunat saattavat olla purkuhäkissä epäsäännöllisissä asennoissa, jolloin yhden suoran näköyhteyden löytäminen on hankalaa. Ongelmaa voisi lähteä ratkaisemaan esimerkiksi asentamalla purkuhäkkiin teloja, jotka vetävät levyjä pois päin puristimesta. Telat voisi sijoittaa purkuhäkin vastaanottopuolen reunakiilojen tilalle.

Vika-vaikutusanalyysin avulla voitaisiin kehittää kuumapuristimelle ennakoiva kunnossapitosuunnitelma, jolla pystyttäisiin tunnistamaan linjasta todennäköisiä vikaantumiskohteita ja arvioimaan niiden vaikutusta käyttöasteeseen ja kokonaisuuden toimintaan. Kun laitekokonaisuudesta on tehty analyysi, voidaan arvioida yksittäisten komponenttien huollon tarvetta ja huoltotaajuutta. Ennakoidun kunnossapitosuunnitelman luomisella saavutettaisiin luotettavampi laitekokonaisuus ja voitaisiin pidentää linjan käyttöikää.

Laadunseuranta ja tilauksien jäljitettävyys

Tuotantoprosessia tarkkailtaessa on havaittu että tuotantotilausten seuranta puristustyövaiheessa on tarpeettoman monimutkaista ja aiheuttaa turhaa työtä. Kun ladonta-asemilta tulleet ladelmat on esipuristettu, operaattori hakee valvomosta paperisen tilauslomakkeen jonka mukaan ladelmat tunnistetaan merkinnoistä, jotka latoja on kirjoittanut ladelman päälle. Tilauslomakkeen perusteella puristimen tietokoneeseen syötetään tilausnumero ja tuotteen mitat sekä paksuus. Tietokone laskee käytettävät puristuspaineet sekä ajan ja tekee puristusohjelman.

Tilausten jäljitettävyyden ja laadunvalvonnan takia tilauslomakkeen mukana on myös mittauspöytäkirja joka kulkee ladelman mukana seuraavaan työpisteeseen. Operaattori kirjaa mittauspöytäkirjaan puristuksen tiedot. Pöytäkirjaan merkitään puristetusta vanereista käsin mitatut paksuudet, käytetty ladonta-asema, käytetty kuumapuristin, päivämäärä ja vuoro sekä operaattorin puumerkki. Kuumapuristimessa on olemassa vanerien paksuutta mittaavat anturit, mutta niiden toiminta ei ole luotettavaa. Tilauslomake teipataan valmiin puristetun kuorman päälle kun se siirretään seuraavalle työpisteelle.

Eräitä vanerituotteita valmistettaessa täytetään lisäksi asiakkaan vaatimuksesta vielä tarkemmat laadunvalvontalomakkeet. Lomakkeisiin kirjataan käsin muun muassa ladonta-aika, esipuristusaika, väliseisotusajat ja kuumapuristusaika. Näiden tietojen käsin kirjaaminen on aikaa vievää ja siinä ilmenee helposti epäselvyyksiä esimerkiksi vuoronvaihdon yhteydessä. Lomakkeita pitää siirrellä työpisteeltä toiselle ja niiden täyttämisessä saattaa esiintyä epäselvyyksiä.

Laadunseurantajärjestelmän kehittäminen

Mittauspöytäkirjan automatisointi poistaisi turhia työvaiheita. Tilauksen seuranta voisi alkaa ladonnasta kun tilaus syötetään ladonta-aseman tietokoneelle ja jatkua tilausnumeron tunnisteella puristuksen ajan. Seurantaa varten pitäisi olla valssien ja puristimen välinen yhdistetty tietokanta, jossa tilauksen tiedot siirtyvät.

Tilausten jäljitettävyys parantuisi ja mahdollisesti havaittujen laatuvirheiden syiden tutkiminen helpottuisi. Tiedonkeruuseen voitaisiin yhdistää esipuristus, josta saataisiin tallennettua esipuristusajat ja paineet. Lisäksi voitaisiin tallentaa valsien liimanlevitysarvot, väliseisotusajat puristimien välillä, kuumapuristuslämpötila- ja paine, sekä paksuusmittaus suoraan kuumapuristimesta. Kaikki tiedot voitaisiin tallentaa samaan tiedostoon joka kulkisi tietokannassa tilauksen mukana. Kuumapuristimella voisi olla tulostin, josta saatavassa lomakkeessa olisi yhdistettynä kaikki tilauksen valmistuksesta kerätyt tiedot, jotka nykyään mitataan ja merkitään käsin. Tiedonkeräysjärjestelmän automatisoinnilla voitaisiin helpottaa puristimenhoitajan työtä ja työaika voitaisiin käyttää tehokkaammin tuottavan työn tekemiseen ja tuotannon sujuvuuden seurantaan. Lisäksi laadunvalvonnan luotettavuus todennäköisesti parantuisi

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli Joensuun vaneritehtaan Rautekuumapuristimen käyttöasteen parantaminen. Ongelmana on, että linjan käyntiajasta liian suuri osa on häiriöaikaa tai muuta arvoa lisäämätöntä aikaa. Tavoitteena oli selvittää, minkälaisia häiriöitä ja ongelmia kuumapuristimen toiminnassa ilmenee, miten häiriöaikoja pystytään minimoimaan ja mitkä ovat kuumapuristimen tärkeimmät korjauskohteet.

Opinnäytetyö toteutettiin parityönä. Tehtaalla käytiin useaan kertaan havainnoimassa laitteita ja ympäristöä sekä tekemässä muistiinpanoja. Kohteen yleisen tarkastelun lisäksi osana työtä tehtiin yhden työvuoron mittainen seuranta-tutkimus, jonka aikana havainnoitiin laitteiden toimintaa sekä operaattorin työympäristöä. Havainnot kirjattiin seurantalomakkeille ja myöhemmin tulokset analysoitiin. Lisäksi pohjatietona oli käytettävissä laitetoimittajan tekemä asiantuntijalausuntoa kuumapuristimen kunnosta. Tutkimme myös tehtaan tietokannassa olevaa tiedonkeruudataa ja vuorokommentteja jotka koskivat Rautekuumapuristimen toimintaa ja häiriöitä.

Tutkimustulokset ja omat havainnot ovat samankaltaisia kuin aiemmat havainnot laitteiden toiminnasta. Opinnäytetyön tulokset vahvistavat aiempaa tietoutta kuumapuristuslinjan ongelmista ja merkittävimmistä parannuskohteista. Työn tuloksena ei saatu selville merkittäviä korjauskohteita jotka eivät olisi olleet jo entuudestaan tiedossa. Opinnäytetyötä voidaan kuitenkin jatkossa käyttää pohjatietona kuumapuristinlinjan kehitystyössä.

Havaitsimme pienempiä kehityskohteita, jotka eivät välttämättä vaikuta puristimen käyttöasteeseen eivätkä ole toiminnan kannalta yhtä kriittisiä kuin havaitut pääongelmakohteet. Kuitenkin niiden kehittäminen ja modernisointi voisi lisätä linjan käytettävyyttä, parantaa tuotannon sujuvuutta sekä helpottaa operaattorien työskentelyä. Pienillä modernisoinneilla eräistä työvaiheista saataisiin joutuisampia. Kokenut operaattori ei välttämättä koe tarvetta tällaisille moderni-

soinneille, vaan osaa kokemuksen perusteella hallita laitteiden ominaisuuksia ja ennakoida tuotannon kulkua. Kaikkien modernisointikohteiden merkitystä linjan parantamisen kannalta on syytä tarkastella kriittisesti ja arvioida mahdollisten muutostöiden tarpeellisuutta ja kannattavuutta. Mikäli jotain laitteita alettaisiin päivittämään, pitäisi ensin tehdä tarkempia jatkotutkimuksia niiden nykyisestä toiminnasta ja muutostöiden vaikutuksista.

Esimerkiksi ladelman keskityslaserin huono ohjausmekanismi voi aiheuttaa turhautumista tai hätiköintiä kokemattomalle operaattorille. Puristajan työtehtävä on sen luontoinen, että tuotannon sujuvuutta täytyy jatkuvasti tarkkailla ja useiden laitteiden toimintaa valvoa samanaikaisesti. Jos operaattori joutuu keskittymään tarpeettoman pitkään yhteen asiaan, kuten kohdistuslaserin asettamiseen tai syöttölaitteen avustamiseen, saattaa jokin toinen työvaihe viivästyä. Jos operaattori kuitenkin pyrkii kirmään viivästystä toisessa työvaiheessa, saattaa operaattori hätiköidä ja tehdä huolimattomuusvirheitä.

Omien havaintojemme mukaan vaikuttaa siltä, että mahdollisella imukuppinostimen päivittämisellä voitaisiin parantaa sen toimivuutta. Imukuppien uudelleen-sijoittelulla saataisiin imukuppinostin toimimaan paremmin nimenomaisella kuumapuristimella valmistettavia vanerikokoja varten. Laite näyttäisi kuitenkin toimivan nykyiselläänkin riittävän hyvin. Silti olisi hyödyllistä tehdä yksityiskoh- taisempi tarkastelu kyseisen imukuppinostimen toimivuudesta, ja arvioida hyö- tyä joka voitaisiin saada pienillä rakenteellisilla muutoksilla.

Kuumapuristimelle tulevan lämmityshöyryn lämpötila vaihtelee ja siitä johtuen lämpölevyjen lämpötilaa täytyy tarkkailla jatkuvasti. Hoitaessaan muita työtehtä- viään voi operaattori unohtaa lämpötilan tarkkailun. Alhainen puristuslämpötila saattaa aiheuttaa epävarmoja liimasaumoja ja raakkipuristuksia. Lämmitys- höyryn virtausta säättävä laitteisto voitaisiin päivittää automaattisesti lisäämään virtausta, mikäli lämpölevyn lämpötila laskee asetusarvon alapuolelle. Ainakin olisi hyödyllistä asentaa varoitusvalo tai äänimerkki ilmoittamaan alhaisesta lämpötilasta.

Purkulaitteistossa havaitut kehityskohteet eivät olleet merkittäviä ja laitteisto vaikuttaa toimivan nykyisellään tarpeeksi hyvin. Mikäli purkulaitteistoa alettaisiin päivittämään, pitäisi sen toiminnasta tehdä jatkotutkimuksia ja arvioida päivittämisen kannattavuutta.

Laadunseurantajärjestelmän modernisointi parantaisi tilausten jäljitettävyyttä sekä laadunvalvonnan luotettavuutta. Tilauksen tietojen automaattinen kirjautuminen ja vanerien paksuuden mittaaminen lisäisi tarkkuutta ja helpottaisi operattorin työskentelyä. Eräät asiakkaat vaativat tuotteiden valmistuksesta vieläkin tarkempaa laadunseurantaa. Järjestelmää kehittämällä saavutettaisiin tarkemman laadunseurannan kriteerit täyttävä tietokanta kaikesta tuotannosta.

Opinnäytetyöprosessi

Mielestämme opinnäytetyöprosessi onnistui hyvin. Saimme perusteltuja tuloksia erilaisilla tutkimusmenetelmillä ja yhteistyö toimeksiantajan sekä koulun kanssa sujui mainiosti. Työn toteutus sujui pääosin ongelmitta. Prosessikokonaisuuden hallinta ja aikataulun suunnittelu osoittautui sujuvaksi.

Parityönä toteutettu tutkimus toi paljon eri näkökulmia aiheen tarkasteluun. Yhteistyö sujui luontevasti ja parityö toi opinnäytetyöhön mielestämme arvokasta kokemusta tiimityöskentelystä, mikä on nykyään entistä tärkeämmässä roolissa työelämässä. Ongelmanratkaisu ja erilaisten vaihtoehtojen pohdinta oli helpompaa ja työnteko tehokasta. Ajoittain työn eteneminen tuntui hitaalta ja rakenteen sekä sisällön hahmottaminen hankalalta. Suurimpia vaikeuksia aiheutti nimenomaan laajan työn hahmottaminen kokonaisuutena.

Tutkimusta tehdessämme havaitsimme että osa kuumapuristuksessa esiintyvistä ongelmista aiheutuu aiemmista työvaiheista, jotka eivät ole tämän työn tarkastelun rajoissa. Lähdekirjallisuus työn aiheesta oli osittain melko vanhaa. Lähteiden tietosisältö oli joidenkin aiheiden osalta vanhentunutta, mitä tarkensimme omien kokemusten pohjalta vastaamaan nykypäivän tietoutta.

Opinnäytetyön tavoitteena ei ollut toteuttaa muutostöitä havaittujen ongelmien korjaamiseksi. Toimeksiantaja on kuitenkin jo ennen tämän opinnäytetyön valmistumista päättänyt aiempien havaintojen pohjalta ryhtyä korjaustoimenpiteisiin joidenkin pääongelmakohteiden kunnostamiseksi.

Lähteet

- Heikkilä, J. 1991. Vanerin liimaus. Teoksessa Juvonen, R. & Kariniemi, J. (toim.) Vaneriteollisuus. Helsinki. Valtion painatuskeskus, 116—128. ISBN 951-859-742-1
- Helakorpi S. 1999. Opinnäytetyö ja tutkimustoiminta ammattikorkeakouluissa. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. ISBN 951-784-047-0
- Koponen, H. 2002. Puulevytuotanto. Helsinki: Edita oy. ISBN 952-13-1450-8
- Laine H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media Oy. ISBN 978-952-99458-7-0
- Metsäteollisuus Ry. 2006. Vanerikäsikirja.
http://www.wisaplywood.com/global_resources/Documents/downloads/brochures/general-brochures/Handbook_FI.pdf. 28.1.2016
- Partanen K. 2016. Työnopastusohje, puristaja. UPM Kymmene Wood Oy
- Raassina J. 2016. Operaattori. UPM-Kymmene Wood Oy, Joensuun vaneritehdas. Avoin haastattelu 17.2.2016.
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016a. Historia. UPM-Kymmene Wood Oy.
<http://www.wisaplywood.com/fi/tietoa-wisasta/historia/Pages/default.aspx> 28.1.2016
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016b. Visio, toiminta-ajatus ja arvot. UPM-Kymmene Wood Oy. <http://www.upm.fi/UPM/visio-toimintaajatus-ja-arvot/Pages/default.aspx> 28.1.2016
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016c. UPM Joensuun vaneritehdas. UPM-Kymmene Wood Oy.
<http://www.wisaplywood.com/fi/yhteystiedot/tuotantolaitokset/joensuu/Pages/default.aspx> 28.1.2016
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016d. Vanerin tuotantoprosessi. UPM-Kymmene Wood Oy. <http://www.wisaplywood.com/fi/vaneri-ja-viilu/vaneri/vanerin-tuotantoprosessi/Pages/default.aspx> 12.4.2016
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016e. Layout-piirustus. Joensuun vaneritehtaan arkisto.
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016f. Laitetoimittajan lausunto linjan kunnosta. Joensuun vaneritehtaan arkisto.
- UPM-Kymmene Wood Oy. 2016g. Tehtaan tiedonkeruudata. Joensuun vaneritehtaan tietokanta.
- Wilska, K & Viitala S. 2010a. PlyOpex-Päivätutkimukset. UPM Kymmene Wood Oy
- Wilska, K & Viitala S. 2010b. PlyOpex-Häiriöaikaseuranta. UPM Kymmene Wood Oy

Kuumapuristimen operaattorin haastattelu**17.2.2016****1. Mitkä ovat yleisimpiä häiriöitä kuumapuristimen toiminnassa?**

- *Esipuristustarttuvuus on huono (syöttöongelma)*
- *Pukkari ei työnnä levyä kunnolla hyllylevyn päälle (kierot levyt)*
- *Hydrauliikka ei toimi*

2. Mistä aiheutuu useimmiten raakkipuristuksia? (kpl)

- *Hydrauliikan ongelmat*
- *Kierot levyt eivät mene sisälle (syöttöongelma)*
- *Korkealla paineella venttiili ei pidä*

3. Mistä aiheutuu eniten raakkia määrällisesti? (m³)

- *samoista syistä kuin edellisessä kohdassa*

4. Millaisia parannusehdotuksia laitteisiin?

- *Laitteiden ennakkohuolto*
- *Typetys oikealla ajalla*
- *Ei esipuristeta kuormia kieroiksi*
→ *saadaan tasaisia pinkkoja*

5. Mitä parannusideoita kuumapuristus prosessiin?

- *Ladonnan ja esipuristuksen välimatkan lyhentäminen*
- *Molemmilla puristimilla oma operaattori*
- *Sähkökäyttöinen siirtovaunu*
- *Kokemuksen mukaan oppii tekemään, uusi työntekijä ei osaa pakosti katsoa*
- *Kuormalapun automatisointi*

6. On havaittu että syöttölaitteen huonosta toiminnasta johtuen operaattori joutuu avustamaan/ valvomaan ja joskus syöttämään levyjä käsin**○ Minkälaisia parannusideoita on syöttölaitteeseen?**

- *Jos levyt ovat suoria niin syöttölaite toimii*
- *Syöttömatto*

7. Minkälaisia parannusideoita vastarautoihin tai estämään levyjä tulemastani niiden alta?

- *Vastarautojen oikaisu*
- *Vastaraudat pitää olla kohdalleen säädetty*